N° 21 15 NOVEMBRE 1932

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — Directeur : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

Directeur : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Ch. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suede, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie.

La planète Pluton.

Ce corps céleste curieux défraiera longtemps les chroniques scientifiques. M. J. Boccardi, que nos lecteurs connaissent bien, a posé une question nouvelle à son sujet [1]. Les observations récentes de cet astre de 15e grandeur, même par les puissants procédés photographiques sont difficiles et en trop petit nombre pour permettre de calculer son orbite. Heureusement, comme pour Neptune, d'autres observations photographiques anciennes qu'on n'avait pas attribuées alors à une planète, sont venues s'ajouter aux observations récentes. Il en résulte qu'actuellement les éléments de l'orbite de Pluton sont connus avec une précision qu'on ne pouvait espérer au début. Sa masse cependant est très incertaine, bien que plusieurs astronomes l'estiment à 4 fois celle de la Terre, à un dixième près de la masse terrestre. Ici, les observations anciennes n'apportent rien, et il faudra étudier pendant de longues années les perturbations produites par Pluton sur Uranus et Neptune. Il est bien improbable que la solution du problème soit donnée par la découverte d'un petit satellite de Pluton, ce qui en assurerait la meilleure solution. Or il ne semble pas que personne se soit occupé de la stabilité de l'orbite de Pluton; un doute peut s'élever, si l'on prend en considération les idées actuelles sur l'espace interstellaire, supposé comparable autrefois au vide parfait, et qu'on tend aujourd'hui à regarder comme rempli d'une matière cosmique plus ou moins condensée çà et là, tantôt en masses lumineuses, tantôt en masses obscures. M. Boccardi a étudié ce problème de stabilité.

Il a commencé par calculer l'attraction exercée sur Pluton par le Soleil.

En partant de la constante $k = 0{,}017\,202\,098\,95$ de Gauss qui est connue à 0,000 000 000 81 près, il a calculé que la Terre, supposée au début immobile, parcourrait 2 mm. 963181 dans la première seconde de sa chute sur le Soleil; il faut ajouter que ce calcul suppose que la parallaxe du Soleil est 8",80.

Avec ces mêmes données, Pluton, placé au repos à la distance moyenne 39,6 rayons moyens de l'orbite terrestre — du Soleil, parcourrait, après abandon, à peine 0 mm. 0019 dans la première seconde de sa chute!

Cette valeur presque évanouissante inspire à première vue quelques doutes sur la stabilité de l'orbite de Pluton.

M. J. Boccardi fait justice de ces doutes comme il suit. Qui pourrait détacher Pluton du Soleil? Une autre planète encore plus lointaine de nous que Pluton? Mais si cette planète était à la distance Terre-Soleil de Pluton, pour capter Pluton, la masse devrait être 213 fois celle de la Terre; on la verrait, or on ne la voit pas. Diminuons la masse de cette planète perturbatrice; supposons que sa masse soit seulement 15 ou 20 fois celle de la Terre; sa distance à Pluton devra être la distance Terre-Soleil divisée par l'inverse de la racine carrée de 15 ou 20 : en observant Pluton, on l'aurait aperçue.

1. Atti della Pont : *Accademia delle Scienze Nuovi Lincei*, 21 fév. 1932.

Que si l'on fait croître la distance au delà de l'unité Terre-Soleil, la masse de la planète perturbatrice croîtrait comme le carré de la distance, l'hypothèse tombe.

Reste l'hypothèse d'amas de matière cosmique; comme nous n'avons aucune donnée à ce sujet, il est impossible de dire quoi que ce soit.

Des calculs analogues pour les satellites les plus lointains de Saturne et de Jupiter donnent les résultats suivants :

9e satellite de Saturne : espace parcouru par le satellite dans la première seconde de chute sous l'effet de l'attraction du Soleil 0 mm. 033051; espace parcouru par Saturne 0 mm. 032458; différence en plus pour le satellite 0 mm. 000593; or, l'espace parcouru par le satellite sous l'action de Saturne serait 0 mm. 11446, nombre incomparablement plus grand que le précédent. La stabilité de l'orbite du 9e satellite de Saturne est donc assurée.

Pour le 9e satellite de Jupiter, dont la révolution autour de la planète dure 3 ans, la 3e loi de Képler donne $a = 429{,}057$ [1]. Avec cette donnée, l'espace parcouru par le satellite sous l'action de Jupiter serait 0 mm. 06804 dans la première seconde de chute; Jupiter parcourrait, sous l'action du Soleil 0 mm. 118594 et le satellite, sous la même action, 0 mm. 109478; la différence 0 mm. 00915 entre ces deux nombres, comparée au nombre 0 mm. 06804, montre que la stabilité de l'orbite du satellite est certaine. C'est à la distance 0,391 (Soleil-Terre = 1) de Jupiter, que l'orbite du satellite ($a = 429{,}057$) serait instable.

M. DE B.

§ 2. — Sciences physiques.

L'énigme du balancement des continents.

Depuis quelques années, il a été abondamment parlé de l'idée de Wegener, le grand géophysicien mort sur l'Inlandsis du Groenland au cours d'un voyage d'exploration, l'idée de la dérive des continents.

L'opinion de Wegener était que la géographie actuelle n'est point originelle, mais est devenue ce qu'elle est présentement au cours des temps, ce qui d'ailleurs est parfaitement possible. Après tout, rien ne prouve que la Terre, fragment détaché du Soleil, constituait dès l'origine un corps symétrique. Elle pouvait avoir une forme irrégulière, présenter un renflement, et celui-ci a pu avec le temps constituer une masse continentale qui, au cours du refroidissement, s'est entourée d'une ceinture d'océans.

Cette masse continentale a pu constituer une dissymétrie qui, à mesure que le système solaire prenait son équilibre, s'est corrigée par la rupture et la désagrégation du continent unique en divers morceaux. Et ces morceaux, constituant des parties plus légères flottant sur une partie plus centrale, profonde et à l'état visqueux, ont pu, du fait de la rotation de la planète, se répartir autrement sur la surface de celle-ci. Opération fort longue, qui n'est peut-être pas achevée d'ailleurs, ce qui fait qu'une dérive des continents continuerait, laquelle se démontrerait par le fait de changements de situation géographique réciproque, changements pouvant être reconnus et mesurés par les variations de longitude, depuis que par l'emploi de la T. S. F. ces variations deviennent mesurables grâce au Bureau de l'Heure, comme le faisait observer M. Esclangon, le directeur de l'Observatoire, à une récente séance de l'Académie des Sciences. Wegener trouvait déjà dans la variation des longitudes, telle qu'elle était connue, des arguments à l'appui de l'idée que le Groenland s'éloigne de l'Europe, et que l'Amérique fait de même, comme si les continents n'avaient pas encore trouvé sur la planète leur position d'équilibre définitive.

En passant, notons que l'idée d'un continent originel unique était déjà apparue à l'homme. Les géographes de l'antiquité présentaient le monde connu comme un bloc entouré de toutes parts par des océans. Ceci, toutefois, pouvait tenir à ce que leur connaissance de la planète était encore bien restreinte; il ne faudrait pas tirer un argument scientifique de cette conception simpliste. Notons encore, comme le signale l'abbé Moreux dans la *Revue du Ciel* (novembre 1931), qu'en 1858, dans un ouvrage intitulé *La Création* un certain Snider développait l'idée qu'a, depuis, présentée Wegener, et qu'en réalité Snider avait été devancée en 1669 par un Père Placet qui, à cette dernière date, avait publié un ouvrage intitulé *La corruption du grand et du petit monde, où il est montré que devant le Déluge l'Amérique n'était point séparée des autres parties du monde.* Dans l'ouvrage de Snider, on trouve en particulier une figure de l'Amérique du Sud et de l'Afrique, telles qu'actuellement et telles qu'elles devaient se présenter avant la séparation selon la ligne de scission indiquée. Wegener lui-même a fait beaucoup mieux, depuis, en figurant le continent originel unique composé de ce qui constitue maintenant les deux Amériques, l'Afrique, l'Europe, l'Asie, l'Australie, le Groenland qui reliait l'Europe à l'Amérique du Nord, et en figurant les lignes de scission d'où ont résulté les continents actuels, s'adaptant fort bien les uns aux autres, en tenant compte du fait qu'assurément le littoral de chacun d'eux a été plus ou moins entamé par l'érosion.

Les idées de Wegener ont été abondamment et assez âprement discutées. Elles ont été adoptées par les uns et combattues par les autres. Un géologue éminent, — disparu, hélas! — Pierre Termier, en a fort bien parlé. « La théorie de Wegener, a-t-il dit, est pour moi un beau rêve, un rêve de grand poète. On cherche à l'étreindre et l'on s'aperçoit que l'on n'a dans les bras qu'un peu de vapeur ou de fumée : elle est à la fois séduisante et insaisissable, mais, tout au fond, nous ne pouvons pas dire qu'il n'y a rien de réel dans la théorie de Wegener. »

Il y a certainement diverses façons d'aborder le

2, a = demi-grand axe de l'orbite du satellite rapporté au demi-diamètre équatorial de la planète comme unité.

problème et de rechercher des raisons d'admettre la très curieuse hypothèse de la dérive des continents. Le géophysicien et l'astronome ont leur programme tout tracé. Ils ont à attaquer le problème du point de vue des longitudes, ce qui leur est devenu facile grâce au Bureau de l'Heure. Et c'est ce qu'a fait M. N. Stoyko. Si les continents sont en dérive, comme l'affirme Wegener pour le Groenland et l'Amérique (par rapport à l'Europe, on le verra bien aux longitudes et à leurs changements devenus plus exactement mesurables. Qu'a donc vu M. Stoyko? M. E. Esclangon l'a exposé en fort bons termes à l'Académie des Sciences. M. Stoyko a constaté une variation périodique dans les longitudes des observatoires rattachés au Bureau de l'heure. Wegener, lui, estimait que l'Amérique s'éloignait de l'Europe d'un mètre par an. M. N. Stoyko estime que cet éloignement est insignifiant et pratiquement négligeable. Mais il constate un déplacement périodique dont l'amplitude dépasserait 15 mètres et présenterait une période de dix à onze ans. Entre 1920 et 1925, les continents se sont éloignés; de 1925 à 1930 ils se sont rapprochés. Même constatation en ce qui concerne le Japon par rapport à l'Europe.

Un élément nouveau se présente donc dans la question de la dérive des continents. Elle existe, mais il s'y joint un phénomène qu'on ne soupçonnait pas : un balancement, une alternance, une périodicité. Et c'est la périodicité undécennale, celle des taches solaires, qui est bien connue.

Le problème se complique donc. Comment les taches solaires peuvent-elles agir sur la situation des continents? Mais à quoi tient leur périodicité? On ne sait. Faut-il admettre que quelque cause, inconnue jusqu'ici, explique à la fois la périodicité des taches et le déplacement périodique des continents? En tout cas, le Bureau international de l'Heure a facilité la genèse d'un nouveau problème. Espérons qu'il aidera à le résoudre...

Henry de Varigny.

§ 3. — Sciences naturelles.

Réflexion et transparence des tissus animaux dans l'ultrarouge.

Le rayonnement solaire joue dans la vie des animaux à chaleur variable vivant dans l'air (Reptiles, Amphibiens, Invertébrés) un rôle bien plus important que chez l'homme et les Vertébrés supérieurs, puisqu'ils ne possèdent pas une température du corps constante. Leur température, par conséquent leur existence, dépendent d'une façon étroite de la température du milieu environnant, donc du rayonnement solaire. Ils ne peuvent régler leur température que dans des limites très voisines. Toute une série de facteurs, en particulier la réflexion et la transparence à la lumière des enveloppes du corps, ainsi que les échanges aqueux, jouent ici un rôle prépondérant.

Diverses recherches ont déjà été entreprises sur ce sujet, en particulier par P. Krüger. M. F. Rücker[1] les a poursuivies à l'Institut de Physique de l'Université de Breslau par des mesures sur la réflexion et la transparence de certains tissus animaux dans la région spectrale ultrarouge, qui renferme la plus grande partie de l'énergie solaire et présente donc une importance considérable pour l'appréciation de l'économie calorifique des poikilothermes.

Confirmant les résultats de Krüger, M. F. Rücker a reconnu que la peau des Reptiles et des Amphibiens laisse encore passer des quantités appréciables de rayons ultrarouges. Chez plusieurs lézards 3 à 4 % du rayonnement parviennent dans le corps à travers l'ensemble de l'enveloppe, y compris le péritoine noir. L'influence des chromatophores est particulièrement apparente chez la grenouille. La peau du dos laisse passer presque le double de rayonnement quand les chromatophores sont contractés (même incomplètement) que lorsqu'ils sont dilatés.

La chitine des Insectes est assez transparente, quoique d'une façon variable suivant l'épaisseur et la pigmentation. A travers la triple enveloppe de chitine des Coléoptères (élytres, ailes et carapace du corps) il ne pénètre cependant plus aucune quantité mesurable de rayonnement dans le corps. La plus grande partie de celui-ci, en tant qu'elle n'est pas réfléchie, est déjà absorbée dans les élytres. Le coussin d'air entre les élytres repliées et le corps constitue chez les Carabides, comme Frantz l'a déjà supposé, une couche isolante contre la conduction de la chaleur. La réflexion de la chitine pigmentée dans l'ultrarouge à courtes ondes est très élevée, atteignant jusqu'à 60 %, tandis qu'elle n'est que de 5 à 20 % en lumière visible.

Enfin M. Rücker a déterminé la transparence au rayonnement de la coquille de diverses espèces d'escargots. Les espèces xérophylles, à coquille épaisse, sont beaucoup moins transparentes que les espèces qui recherchent l'ombre et l'humidité, généralement à coquille mince. Fait exception l'*Helicella obvia*, qui recherche les endroits chauds et ensoleillés, dont la coquille présente une transparence relativement grande.

L. Br.

*
**

Couchers de soleil et Eruptions volcaniques.

Les éruptions volcaniques, celles surtout qui émettent dans l'atmosphère de grandes quantités de poussières, donnent parfois naissance à des manifestations optiques remarquables, comme on l'a si bien observé à la suite de l'éruption du Krakatoa en août 1883. Ces manifestations consistent en couchers de soleil extraordinaires dus à la présence de fines poussières dans les hauteurs de l'atmosphère, formant des nuages d'une altitude inusitée et rendus

1. *Anzeiger der Akad. der Wiss. in Wien*, Math.-Naturwiss. Klasse, 1932, n° 11, p. 93.

visibles un temps assez long avant le lever ou après le coucher du soleil.

Lors des éruptions de poussière qui eurent lieu dans les Andes en avril, il fut indiqué de divers côtés que les remarquables lueurs de 1883 pourraient bien se présenter à nouveau.

En mai, un habitant de Johannesburg signalait, en Afrique du Sud, des lueurs qui lui parurent être dues aux poussières des Andes, qui auraient mis une quinzaine à traverser les mers. Ces manifestations optiques furent observées aussi bien le matin, avant le lever du soleil, que le soir, après son coucher. Et après tout il était fort naturel de penser qu'elles se rattachent aux éruptions sud-américaines.

Il semble bien que l'observation faite à Johannesburg soit exacte. Car d'autres témoignages se sont ajoutés : d'autres correspondants de Johannesburg ont signalé le même fait. Le ciel reste rouge longtemps après que le soleil a disparu — ou le devient longtemps avant l'apparition de celui-ci : ce qui prolonge notablement la durée du jour, étant donné qu'à la latitude, et à la saison (mai) dont il s'agit, la nuit arrive très vite.

Un des observateurs cités dans *Nature*, remarque que l'illumination de l'atmosphère est déjà très remarquable au moment du coucher du soleil, mais est encore plus étonnante une heure plus tard. A ce moment, en temps normal, la nuit est complète; en mai, le ciel occidental se présentait rouge flamboyant jusqu'au zénith comme si un immense volcan vomissait des flammes dans l'ouest.

Le même phénomène a été constaté en Nouvelle-Zélande, par le directeur du Bureau Météorologique à Wellington, vers la même date. Pour celui-ci le nuage de cendres a dû être amené sur la Nouvelle-Zélande au début de mai par les vents d'Ouest alors dominants. Une observation intéressante a été faite à Wellington. On a coutume d'y déterminer chaque jour l'intensité de la radiation solaire à midi, au moyen du pyrhéliomètre d'Angström, et on a remarqué que l'apparition des couchers (et levers) de soleil exceptionnels a coïncidé avec une diminution subite de cette intensité, débutant le 5 mai. La diminution était de 10 % : elle s'est, depuis, un peu atténuée, comme si le nuage de poussière se faisait moins épais, et se déplaçait, ce qui n'a rien d'étonnant.

Il semble bien que les phénomènes observés en Afrique du Sud et en Nouvelle-Zélande puissent être attribués aux poussières émises par l'éruption des Andes en avril. En faut-il conclure qu'ils pourront être observés en Europe aussi? Cela dépendra des mouvements de l'atmosphère, évidemment. Mais il faut se dire aussi que le nuage de cendres du mois d'avril 1932 ne paraît pas avoir été aussi abondant que celui d'août 1883, à beaucoup près. De sorte que les phénomènes optiques de 1932 seront probablement moins étendus et moins importants que ceux de 1883. En tout cas, il convient de continuer à observer et à chercher, un peu partout.

V.

§ 4. — Art de l'Ingénieur.

Production, transmission et distribution de l'énergie hydroélectrique en 1930.

M. Tochon, directeur de la Chambre Syndicale des Forces hydrauliques, a exposé dans l'*Annuaire* de la Houille blanche française, la marche des entreprises de production et de distribution de courant hydroélectrique pendant l'année 1930.

Comme précédemment, on a eu à enregistrer pendant l'année dernière un accroissement de la production : celle-ci est passée de 7,5 milliards de kilowatts-heure pour 1929, à 8,25 milliards; l'abondance des eaux a permis de recourir aux usines thermiques de secours dans une mesure plus réduite : 1,4 milliard de kilowatts-heure, contre 1,8 milliard en 1929.

Une seule usine, celle de Saint-Marc (3.200 kw.), sur la Vienne, et un seul réservoir, celui de Puyvalador sur l'Aude ont été mis en service en 1930. Ceci tient à ce que, vers 1926, les aménagements de chute d'eau étaient devenus très onéreux, et qu'on les avait à peu près suspendus. Mais il y a actuellement en installation près de 500.000 kw. de puissance en cours d'aménagement sur divers cours d'eau, et nombre de ces usines seront mises prochainement en service. D'autre part, 21 nouvelles concessions ont été accordées l'année dernière.

Evaluation approximative (en millions de kw-h.) de la consommation et de la production globale de l'énergie électrique en 1935.

Régions	Consommation en 1935	Courant hydraulique nouveau	Courant thermique nouveau	Déficit	Excédent
Nord	3.030	—	830	100	—
Est	3.300	500	600	—	200
Région parisienne	3.040	—	550	340	—
Ouest	1.120	30	180	150	—
Sud-Ouest	1.860	735	—	—	235
Massif Central	1.630	1.360	—	—	800
Sud-Est	4.530	1.010	—	40	—
Jura	690	170	100	—	60
Total	19.200	3.805	2.260	630	1.295
Balance					665

La Chambre syndicale des Forces hydrauliques s'est livrée à une évaluation approximative de la situation qui se présentera en 1935. Le tableau ci-dessus montre qu'on arrive à une prévision d'excédents disponibles de l'ordre de 650 millions de kw.-h. qu'il faudra pouvoir vendre. On peut en conclure que la production du courant d'origine hydraulique devra conserver la prépondérance sur le courant d'origine thermique, celui-ci conservant principalement le caractère de secours en cas de

grande sécheresse et d'appoint pour les périodes de consommation exceptionnelle.

D'autre part, M. Tochon, pour donner une idée d'ensemble des résultats moyens obtenus au cours de l'exercice 1930 par les sociétés de production d'électricité, a établi un bilan virtuel obtenu par la combinaison des bilans réels de cinq grandes sociétés desservant les diverses régions françaises.

Les sommes « retenues » comprennent les prélèvements pour amortissements, réserves, provisions et le report à nouveau; les « sommes distribuées » comprennent les dividendes aux actions et parts de fondateurs, et les tantièmes des administrateurs.

Le dernier tableau est particulièrement instructif car il montre que, en 1930, sur 100 francs de recettes de la société fictive envisagée ci-dessus, 59 fr. 90 ont été absorbés par les frais d'exploitation et les charges d'emprunt; il est resté 40 fr. 10 à la disposition du conseil d'administration, qui a retenu 21 fr. 40 pour les besoins de l'entreprise et distribué 18 fr. 70 aux divers participants aux bénéfices.

L. P.

Développement des moyens de production

FIN des années	USINES — Puissance installée (en milliers de ch.) — Hydraulique	Thermique	Totale	RÉSEAU longueur en km.	OBSERVATIONS
1913	126	85	211	6.320	Les chiffres relatifs à la puissance des usines ne comprennent que les usines EN FONCTIONNEMENT, à la fin de chacune des années indiquées.
1918	177	102	279	6.978	
1922	268	144	412	8.881	
1924	270	148	418	9.188	
1926	270	223	493	11.400	
1928	344	264	608	13.843	Les usines en chantier, fin 1930, représentent 112.000 kw. dont 27.000 hydrauliques, et 85.000 thermiques.
1929	347	284	631	15.145	
1930	347	300	647	16.871	

Les tableaux ci-après concernent la société fictive qui serait composée de la réunion de ces cinq sociétés, entreprises d'avant-guerre, dont l'importance est suffisante pour que leur ensemble donne une idée de l'évolution générale de l'industrie hydro-électrique française.

Répartition de la recette brute

Exercices	Dépenses d'exploitation 0/0	Emprunts 0/0	Sommes retenues 0/0	Sommes distribuées 0/0
1913	41,4	27,2	19,8	18,6
1922	54,9	19,4	12,9	13,9
1924	49,9	17,	17,2	15,9
1926	52,6	14,2	18,	15,2
1928	49,	12,4	20,4	18,2
1929	53,	9,	23,6	14,4
1930	48,2	11,7	21,4	18,7

Résumé des Comptes annuels (en milliers de francs).

Exercices	Recettes	Dépenses	Sommes retenues	Emprunts	Sommes distribuées
1913	26.603	10.606	3.285	7.003	4.779
1918	58.276	32.184	4.007	11.113	10.972
1919	62.192	34.731	4.137	14.270	9.054
1920	97.549	59.588	6.580	15.982	15.399
1922	124.460	68.084	15.835	23.795	16.895
1924	171.819	85.824	29.620	29.435	26.740
1926	238.198	125.295	42.956	33.967	35.990
1928	344.164	168.712	70.398	42.840	62.214
1929	400.540	200.722	88.261	47.326	64.231
1930	445.829	215.286	95.434	52.414	82.695

§ 5. — Géographie.

Le Canal de Suez en 1930.

Le trafic du Canal de Suez s'est ressenti, au cours de l'année 1930, de la crise économique qui sévit sur le monde. Le tonnage net transiteur ne s'est élevé qu'à 31 millions 668.759 tonnes, soit une diminution de 1.797.255 tonnes par rapport à 1929. Le nombre des traversées a été de 5.761 contre 6.274 l'année précédente. L'ensemble des navires-citernes, tant chargés que sur lest, représente 16,5 p. cent du mouvement total du canal.

La jauge moyenne des navires transiteurs a sensiblement augmenté : 7.628 tonnes contre 7.376 en 1929 pour le tonnage brut. On a noté la traversée du vapeur *Columbus*, de 33.693 tonnes brutes, qui est le tonnage maximum constaté. Les unités d'un tonnage brut supérieur à 10.000 tonnes représentent 13,2 p. cent des traversées, en augmentation de 1,5 p. cent par rapport à 1929.

Le nombre des passagers à travers le Canal qui était de : 340.318 en 1927, 317.718 en 1928, 325.855 en 1929, s'abaissa à 305.202 en 1930.

Le pavillon britannique tient toujours la tête du trafic avec 3.125 traversées et 17.600.483 tonnes nettes, puis viennent les pavillons allemand (600 traversées et 3.388.842 tonnes), néerlandais (591 traversées et 3.312.531 tonnes), français (357 traversées et 2.001.837 tonnes), italien, norvégien, japonais, américain, etc.

La durée moyenne du séjour des navires traversant le canal a été de 14 heures 34 minutes : c'est la plus faible durée constatée; en 1929 on comptait encore 14 heures 57 minutes.

Cette diminution tient en partie à la diminution du nombre des traversées mais elle est due aussi aux améliorations constantes apportées au canal. A la fin de 1930, en effet, la largeur du canal, mesurée à la profondeur de 10 mètres, atteignait ou dépassait 60 mètres sur une longueur de 135 kilomètres. L'approfondissement se trouvait même poussé à 13 mètres sur 129 kilomètres.

Le cube total dragué en 1930 a été de 4.566.000 m³ contre 5.268.000 en 1929, diminution due à l'excellent état du canal résultant des travaux effectués précédemment.

Le Canal de Suez est une œuvre tellement grandiose par sa construction et par les conséquences économiques mondiales qui en sont résultées que l'on ne peut passer sous silence les rapports présentés chaque année à l'assemblée générale de la « Compagnie universelle du Canal maritime de Suez ».

M. R.

*
**

Le Canal de Suez en 1931.

La crise économique intense qui sévit sur le monde a fait sentir ses effets sur les résultats de l'exploitation du Canal de Suez et sur le rythme de l'exécution des travaux incessants d'amélioration du Canal lui-même : il n'y a là rien qui doive surprendre. Le rapport présenté au nom du Conseil d'administration de la Compagnie, en juin dernier, nous donne à ce sujet des précisions dont nous extrairons les données les plus intéressantes.

Le mouvement maritime s'est élevé, en 1931, à 30.027.966 tonnes de jauge nette, en diminution de 5,2 % par rapport à l'année 1930. Le nombre des traversées a été de 5.366 contre 5.761 en 1930 et 6.274 en 1929. On doit signaler toutefois que la jauge moyenne des navires transiteurs s'est accrue en 1931. Elle atteint pour le tonnage brut 7.779 tonnes contre 7.628 en 1930 : c'est là, fait-on remarquer, une conséquence de la proportion élevée des navires actuellement désarmés, le désarmement portant généralement sur des navires de faible tonnage.

Les traversées effectuées par des unités d'un tonnage brut supérieur à 10.000 tonnes représentent 14,3 %. Le plus gros paquebot ayant traversé jusqu'à ce jour le canal fut l'*Empress of Britain* de 42.762 tonnes de jauge brut qui effectuait en 1931 sa première traversée du canal.

La durée moyenne du séjour des navires dans le canal s'est encore abaissée très fortement : 13 heures 26 minutes seulement contre 14 heures 34 minutes en 1930. Or en 1912 et 1913 elle était de 16 heures 19 minutes [1].

Dans la répartition par pavillon, les navires britanniques tiennent la tête avec 55,4 % du trafic total, viennent ensuite l'Allemagne, la Hollande, la France, l'Italie, le Japon. Le trafic marchandise a diminué de 11 % sur le chiffre de 1930. Le poids total des marchandises transportées à travers le canal n'a été que de 25.332.000 tonnes. Presque tous les grands produits du trafic de sortie sont en régression. L'augmentation des passages sur lest porte, en effet, sur des cargos de lignes régulières auxquelles les exportations européennes ne parviennent plus à fournir le fret de sortie nécessaire.

En ce qui concerne plus spécialement le canal lui-même il y a un certain nombre de faits importants à signaler.

La consommation d'eau filtrée dans l'Isthme a atteint 6.649.000 m³ présentant pour la première fois depuis dix ans une légère régression — 42.000 m³ — sur le chiffre de l'année précédente. La diminution porte sur la consommation des navires transiteurs.

Le ralentissement des travaux, amorcé déjà en 1930 et même en 1929, s'est accentué en 1931. Ainsi le cube total dragué qui s'élevait en 1928 à 5.909.000 m³ n'a été, en 1931, que de 4.212.000 m³. La largeur du canal mesurée à 10 m. de profondeur, atteignait ou dépassait, à la fin de 1930, 60 mètres sur une longueur de 144 kilomètres. L'approfondissement à 13 mètres est réalisé sur 135 kilomètres.

M. R.

1. Rappelons que le canal a 160 kilomètres de longueur.

UN COUP D'ŒIL SUR L'HISTOIRE DE LA NAVIGATION

La navigation à rames. — « Les Tyriens, dit Fénelon dans *Télémaque*, Liv. III, furent les premiers, s'il faut en croire ce qu'on raconte de la plus obscure antiquité, qui domptèrent les flots, longtemps avant l'âge de Tiphys et des Argonautes tant vantés dans la Grèce; ils furent les premiers qui osèrent se mettre dans un frêle vaisseau à la merci des vagues et des tempêtes, qui sondèrent les abîmes de la mer, qui observèrent les astres loin de la terre, suivant la science des Egyptiens et des Babyloniens; enfin qui réunirent tant de peuples que la mer avait séparés. »

Croyons-en Fénelon, à défaut de preuves plus certaines. Passons rapidement sur ces temps primitifs, car l'origine de la navigation, comme des découvertes essentielles de l'homme, est inconnue. Admettons que ce fut pour échapper à l'incendie d'une forêt, comme le racontaient les historiens phéniciens, que des hommes eurent l'idée de se cramponner à des arbres et de fuir sur la mer. Peut-être faut-il surtout retenir de cette légende l'idée que l'homme, essentiellement terrien, ne s'est aventuré sur les flots que contraint par une nécessité absolue.

De ce premier esquif naturel, il fallut sans doute des millénaires pour arriver au radeau que décrit avec précision Homère, et qui est déjà le fruit de toute une expérience navale :

« Ulysse abattit 20 arbres, nivela leurs surfaces à la règle et à l'équerre, et les rendit parfaitement lisses; puis il les perça tous avec une tarière, et, les ayant unis par des chevilles et par des liens, posa par-dessus et en travers d'autres poutres transversales d'espace en espace, et sur ces poutres il plaça le plancher du radeau, et l'acheva avec des ais fort longs qui en formaient le bordage. »

Le premier homme qui, comme le font encore les sauvages, creusa le tronc d'un arbre pour y prendre place et se diriger sur les flots, réalisa la définition du navire, telle qu'on la trouve dans les traités de construction navale : solide creux allongé dans le sens de la marche.

Des peuplades côtières ingénieuses perfectionnèrent cette première invention et édifièrent des nefs véritables, faites d'un assemblage de roseaux recouverts de parchemin. D'après les bas-reliefs égyptiens et les objets en terre cuite laissés dans les tombeaux, les barques étaient allongées aux deux extrémités, naviguaient à la rame, et pouvaient contenir plusieurs hommes. Quelques-unes avaient 22 avirons de chaque bord; un aviron, placé à l'arrière, servait à diriger l'embarcation. Mais c'étaient là surtout des embarcations fluviales.

Plus tard, on ajouta un plancher à ces barques, qui furent ainsi pontées, comme on dit aujourd'hui, et purent alors affronter la mer. Et il suffisait de perfectionner la construction et d'agrandir les dimensions pour aboutir, de progrès en progrès, au navire en bois tel que nous l'avons connu.

La rame était le propulseur principal. Les Grecs inventèrent les birèmes et les trirèmes, à deux et trois rangs de rameurs. L'inscription de la colonne rostrale de Duilius (260 av. J.-C.) parle de quinquérèmes et même de septérèmes. Les plus grands de ces navires avaient 45 m. de longueur, et une trentaine de rameurs de chaque bord.

Ce furent les trirèmes et les birèmes qui établirent entre les îles et les côtes de la Méditerranée des communications fréquentes, et qui propagèrent les premières civilisations. Ce furent des bateaux de ce genre qui transportèrent d'une rive à l'autre commerçants, penseurs, savants, artistes, apôtres de religions nouvelles, qui donnèrent au monde méditerranéen son unité et l'imprégnèrent d'influences asiatiques.

Sous le nom de dromon et pamphile en Méditerranée, de drake ou sneke dans le nord, de galée, enfin de galère au moyen âge, les bateaux dont se servaient les Romains et, après eux, les Normands et les Scandinaves et tous les peuples européens, ne différaient pas essentiellement des navires grecs. Sous le régime de la rame, la navigation restait stagnante et ne progressait pas. Cependant des détails se perfectionnaient : l'ingéniosité nous paraît admirable du premier marin qui inventa, au lieu de la simple pierre jusqu'alors usitée, l'ancre à jas, disposée de telle façon que l'effort du câble la fait basculer et s'accrocher sur le fond, et aussi de celui qui substitua à l'aviron de queue le gouvernail tournant sur les ferrures de l'étambot; ancre et gouvernail dont on ne cesse encore aujourd'hui d'améliorer les formes, afin de leur faire mieux jouer leur rôle.

Bâtiments de combat avant tout, la plupart des galères étaient munies à l'avant d'un éperon, à l'arrière d'un château, petite plateforme surélevée où se plaçaient des archers et des frondeurs. Pendant le combat les Grecs protégeaient les flancs de leurs trirèmes de plaques d'airain; coutume qu'on retrouve au moyen âge : les barques normandes, qui terrorisaient les côtes et les fleuves de toute l'Europe occidentale, protégeaient leurs

rameurs à l'aide de boucliers. Dès l'origine ces bâtiments à rames furent embellis à la poupe et à la proue de sculptures et de peintures brillantes. Cet usage aussi s'est maintenu; de grands artistes comme Puget ne dédaignèrent pas de consacrer leurs talents à sculpter des ornements de vaisseaux.

L'usage des galères se maintint jusqu'au XVIIIe siècle. La flotte de galères de Louis XIV fut très importante. *La Reale*, la plus grande des galères, mesurait 57 m. de long, 8 de large, avec un tirant d'eau de 2 m. 54. Elle avait 64 rames, chacune longue de 12 m., maniée par 5 hommes, soit 320 galériens à bord. Le recrutement des galériens jette une tache sur le règne du grand roi. On ne trouvait pas de volontaires pour le dur métier de rameur, et on y condamnait les coupables. Colbert n'hésita pas, pour augmenter la chiourme, comme on disait, à faire une véritable pression sur les tribunaux; on vit envoyer aux galères des malheureux qui n'avaient commis que des peccadilles. Henri IV, le bon roi Henri IV avait lui-même prescrit au général des galères de retenir les forçats au delà de la durée de leur peine, si c'était nécessaire; et on trouvait des condamnés à deux ans, qui restaient aux galères pendant plus de 15 ans!

Le triste sort des malheureux galériens est assez connu pour qu'il n'y ait pas lieu d'insister. C'était payer bien cher la conquête de la mer!

Au point de vue nautique, ces bâtiments arrivaient à donner une vitesse de 5 nœuds, 9 kilomètres à l'heure. Le mode de propulsion à rames n'est d'ailleurs pas du tout économique. Ramenée à nos unités modernes de puissance en cheval-vapeur, la propulsion à rames exigeait un poids de 1.800 kilos par cheval — alors que ce poids est descendu aujourd'hui sur les navires à moins de 20 kilos par cheval —. D'autre part les vivres et l'eau nécessaires aux galériens pesaient relativement beaucoup plus que le combustible de nos navires à vapeur; par suite le rayon d'action des galères, c'est-à-dire la distance franchissable sans ravitaillement, était fort réduit. Enfin l'équipage, qui, sur certaines galères, atteignait 400 hommes, occupait presque toute la place disponible, et réduisait considérablement la capacité de chargement. Ne nous faisons pas d'illusions, ce sont ces considérations économiques et mécaniques, beaucoup plus que des raisons d'humanité, qui ont fait abandonner la galère et la chiourme.

La navigation à voiles. — Le premier navigateur, même si l'on désigne sous ce nom celui qui affronta les flots à cheval simplement sur un tronc d'arbre, remarqua l'effet du vent sur son esquif primitif : il constata naturellement et sans effort que le vent aidait sa marche lorsqu'il soufflait de l'arrière, le retardait lorsqu'il soufflait debout, et le faisait dériver par le travers lorsqu'il soufflait de côté. Mais n'était-ce d'ailleurs pas là constatation à la portée du simple piéton? Fallut-il attendre longtemps pour que l'homme songeât à utiliser cet auxiliaire qu'est le vent, au moins lorsqu'il soufflait de l'arrière? Sans doute que non, et qu'elle fût de feuilles, de nattes de bambou, ou de toile, la première voile suivit de près l'invention du premier bateau.

Mais il fallut bien des tâtonnements et une longue expérience nautique pour apprendre à aller d'un point à l'autre quelle que soit la direction du vent, autrement dit à naviguer aux différentes allures, vent arrière, vent de travers et au plus près du vent. Gagner au vent, c'est-à-dire atteindre un point situé dans la direction d'où souffle le vent, parut sans doute d'abord une impossibilité, comme elle le paraît aujourd'hui encore à ceux qui n'ont réfléchi que superficiellement au problème à résoudre.

Remarquez d'ailleurs que le problème ne dépend pas simplement de la voilure, mais de la forme de la coque. Il fallait non seulement que les voiles fussent disposées de telle façon que la force du vent, même soufflant sur l'avant du travers, donnât une composante dirigée dans le sens de la marche, mais aussi que la coque fût suffisamment résistante à la marche par le travers, et effilée vers l'avant, pour que cette propulsion vers l'avant eût son plein effet. Ce ne sont pas là conditions faciles à réaliser du premier coup; on peut admettre que pendant longtemps on ne sut naviguer à la voile que vent arrière ou grand largue. Pour gagner au vent, on devait attendre que le vent changeât complaisamment de direction, ou se servir des avirons. La voile n'était que l'auxiliaire de la rame.

Si l'on en juge par l'étonnement que manifesta César à la vue des navires bretons, les navigateurs du nord, habitués à des mers rudes, parcourues par de forts courants de marée, étaient plus avancés à ce propos que les méditerranéens. Pourtant les uns et les autres ne disposaient que d'une voilure sommaire, réduite le plus souvent à une grand'voile, telle que celle qui figure sur le bas-relief d'Ostie représentant un navire marchand romain. Les Normands, qui ravagèrent les côtes de l'Europe occidentale au IXe siècle, et qui partirent au XIe siècle à la conquête de l'Angleterre, montaient des barques qui n'avaient aussi qu'une grand'voile et un foc, comme on le voit sur la célèbre tapisserie de Bayeux. Les barques sardinières qu'on rencontre encore dans beaucoup de nos ports de pêche n'ont sans doute

pas changé depuis cette lointaine époque, et elles nous donnent une idée de ce qu'était la navigation à voiles primitive. Mais d'une barque de quelques tonneaux à la construction d'un trois-mâts, il fallut franchir encore de nombreuses étapes.

On peut admettre que lorsque, à la fin du XV^e^ siècle, Christophe Colomb arma sa flotte pour traverser l'Atlantique, il choisit les navires les plus appropriés et les meilleurs de l'époque. C'étaient des caravelles de 200 à 300 tonneaux seulement, d'une trentaine de mètres de longueur, pas plus grandes en somme comme coque que les galères, mais beaucoup plus élevées sur l'eau. Elles étaient montées chacune par 70 hommes d'équipage. Leur voilure comprenait 4 mâts; le mât de l'avant avait une voile carrée, c'est-à-dire une voile de forme à peu près carrée ou rectangulaire, fixée à une pièce de bois horizontale, la vergue; les trois autres mâts avaient une voile latine, c'est-à-dire une voile triangulaire supportée par une vergue latérale et oblique au mât. Ces caravelles faisaient en moyenne 5 nœuds : Colomb mit 35 jours pour aller de Palos à San Salvador, durée encore aujourd'hui très honorable pour une traversée à la voile.

Aux siècles suivants, la technique du bateau à voiles se perfectionna en même temps que les modèles s'uniformisèrent. On ne construisit presque plus, comme grands navires à voiles, que des navires à voilure carrée, généralement à 3 mâts. Le mât de l'avant est le mât de misaine, le mât du milieu le grand mât, le mât de l'arrière, l'artimon. En outre un mât presque horizontal à l'avant est le beaupré. Sur chaque mât s'étagent 4 voiles carrées principales : la grand'voile en bas et au-dessus successivement le hunier, le perroquet, le cacatois. Le mât d'artimon n'a pas de grand'voile : il porte à la place une brigantine, qui s'établit sur une corne, pièce de bois oblique au mât. Le mât de beaupré a porté longtemps lui aussi une voile carrée. Entre le mât de misaine et le beaupré s'établissent des voiles triangulaires appelées focs.

La grandeur des navires augmente : le tonnage atteint 5.000 tonnes sous Louis XIV. Le *Royal-Louis*, par exemple, lancé en 1692, mesurait 56 m. de longueur, 15 m. 60 de largeur, et 6 m. 50 de tirant d'eau; il avait 600 hommes d'équipage. Les coques, primitivement très larges et presque rondes pour éviter le chavirement sous l'effet du vent, s'affinent. La longueur atteint 3 à 4 fois la largeur — elle était de 8 fois la largeur sur les galères. Aussi la vitesse augmente et elle s'élève dès le XVII^e^ siècle à 7 nœuds (13 kilomètres à l'heure).

Les navires de guerre de cette sorte, tels que le fameux *Soleil-Royal* de Louis XIV, étaient armés de 120 canons en 3 batteries superposées.

On ne fit pas beaucoup mieux depuis dans ce genre de vaisseaux : à deux siècles de distance, la flotte de guerre de Louis XIV et celle de Napoléon I^er^ ne différaient pas beaucoup l'une de l'autre. Au XIX^e^ siècle, la construction des navires en fer permit d'alléger les coques et de faire des navires plus rapides : certains dépassaient 10 nœuds. On simplifia les manœuvres des voiles par l'adjonction de treuils appropriés. On augmenta le nombre des mâts, qui fut, inutilement sans doute, porté jusqu'à 7 sur quelques voiliers de la fin du XIX^e^ siècle. Mais la navigation à voiles avait atteint son apogée et les progrès qu'elle pouvait faire désormais étaient insignifiants.

La navigation à voiles a à peu près disparu de la surface des mers, du moins en ce qui concerne les grands navires; mais elle a été à son époque un des plus puissants instruments de civilisation dont l'homme ait disposé. Alors que la propulsion à rames n'avait devant elle qu'un rayon d'action limité, la navigation à voiles ouvrait aux hommes des horizons infinis. Elle était en effet beaucoup plus économique que la navigation à rames, puisque le vent, qui ne coûte rien, faisait tous les frais. Aussi les navires à voiles avaient-ils une capacité de chargement beaucoup plus grande, et longtemps après l'introduction de la vapeur, ils furent même considérés comme les transports maritimes les plus économiques.

Ce fut au temps de la navigation à voiles que les Européens découvrirent le monde et établirent entre les différentes parties des relations fréquentes et régulières. Ce fut la navigation à voiles, sous la forme primitive de la pirogue, qui, bien avant l'arrivée des Européens, fut l'instrument des migrations des peuplades malaisiennes de l'océan Pacifique : comme la galère l'avait fait pour la Méditerranée, la pirogue à voiles donna une sorte d'unité de race et de civilisation à bien des rivages du Grand Océan, créa cette « fraternité des rivages », si chère à Michelet. Ce furent des bateaux à voiles qui servirent de véhicules, non seulement aux marchandises, mais aux idées. Alors que beaucoup de continents restaient infranchissables, les navires allaient partout et visitaient toutes les côtes. Ce fut la navigation à voiles qui donna au commerce européen un essor considérable, qui lui procura des débouchés à la surface de tout le globe, et ce fut elle qui, en enrichissant les armateurs et les commerçants maritimes, mit à leur disposition des capitaux qui servirent à créer des industries, capables à leur tour de donner aux navires le fret nécessaire. La

forme capitaliste de notre société a donc des origines essentiellement maritimes.

La navigation à vapeur. — L'invention de la navigation à vapeur ne se perd pas, comme l'invention de la rame ou de la voile, dans des origines légendaires. Elle remonte peut-être à 1543 : un capitaine espagnol, nommé Blasco de Garay, proposa à Charles-Quint de construire un navire qui marcherait sans voiles et sans avirons, à l'aide d'une chaudière remplie d'eau bouillante et de roues appliquées au flanc du navire et fonctionnant comme les rames. En tout cas, le Français Denis Papin, le véritable inventeur de la machine à vapeur, proposa dès 1695 d'appliquer son invention à faire « naviguer les navires contre le vent ».

Dans tout le cours du XVIII^e^ siècle, de nombreux inventeurs s'attaquèrent à la réalisation pratique du procédé. On a retenu les noms de Hull en 1736, d'Auxiron et de Follenai en 1774, du marquis de Jouffroy, dont le bateau en 1776 navigua sur le Doubs pendant deux mois, et en 1783 sur la Saône. L'Académie des Sciences, mal inspirée, n'encouragea pas ces expériences, qui furent reprises en Amérique.

A la fin du mois de juin 1803, l'Américain Fulton lançait sur la Seine un bateau de 33 m. de long et 2 m. 50 de large, dont le propulseur était une roue à aubes mue par une machine à vapeur, et qui atteignait la vitesse de 3 nœuds. Mal accueilli en France, Fulton continua ses expériences aux Etats-Unis, où ses compatriotes ne lui ménagèrent pas les sarcasmes. « Lorsque je construisis à New-York mon premier bateau à vapeur, dit-il, il n'y avait dans le public que deux manières de considérer mon entreprise : l'indifférence ou le mépris. »

En 1816, construit sur les mêmes principes, l'*Elise* réussit à traverser la Manche par gros temps et à remonter la Seine jusqu'à Paris. Le scepticisme qui accueillit l'*Elise* est bien marqué par Victor Hugo, dans son curieux chapitre des *Misérables* intitulé : *En l'année 1817* :

« Une chose, écrit-il, qui fumait et clapotait sur la Seine avec le bruit d'un chien qui nage, allait et venait sous les fenêtres des Tuileries, du pont Royal au pont Louis XV ; c'était une mécanique bonne à pas grand'chose, une espèce de joujou, une rêverie d'inventeur songe-creux, une utopie : un bateau à vapeur. »

Le premier navire de guerre français à vapeur fut le *Sphinx*, qui prit part en 1830 à la conquête de l'Algérie.

Ces premiers essais, quoiqu'ils aient ouvert la porte à d'innombrables applications et perfectionnements, étaient loin cependant de réaliser un véritable progrès sur la navigation à voiles. La vitesse des navires à vapeur, qui ne dépassait pas 7 nœuds, était inférieure à la vitesse des bons voiliers de l'époque. Extrêmement lourde et encombrante, la machine pesait plus de 800 kilos par cheval-vapeur, alors que la puissance motrice représentée par les mâts et les voiles n'atteignait pas 250 kilos par cheval. Un voilier en outre ne consommait aucun combustible, tandis que le *Sphinx* consommait 6 kilos de charbon par cheval et par heure. Enfin les navires à vapeur se comportaient beaucoup moins bien par gros temps que les navires à voiles.

La roue à aubes et l'hélice. — Au problème de la machine à vapeur s'était joint, dès le début, le problème du propulseur. On peut même dire que ce problème du propulseur existait antérieurement, car de nombreux esprits ingénieux avaient essayé de remplacer la rame par un procédé plus commode. Au XV^e^ siècle on imagina des palettes en toile goudronnée mues par des manivelles, qui sont l'ancêtre de la roue à aubes. Peut-être, si l'on en juge par quelques dessins, faut-il en rechercher la première idée dans des temps beaucoup plus lointains, dans l'ancienne Rome, ou à Carthage, ou peut-être même en Chine.

Quoi qu'il en soit, ce furent au début exclusivement des roues à aubes qu'employèrent les bateaux à vapeur. On en connaît le principe : les aubes sont constituées par des plans établis, à intervalles réguliers, sur les rayons mêmes de la roue. La réaction de l'eau sur les aubes en mouvement fait avancer le bateau. Plus tard, les aubes furent articulées de façon à se maintenir à peu près verticales pendant tout leur trajet immergé, afin d'obtenir un meilleur rendement. La roue à aubes est encore en usage sur quelques navires qui effectuent la traversée de France en Angleterre, et aussi sur les bateaux fluviaux et lacustres : un grand nombre des remorqueurs du Rhin et du Rhône sont des bateaux à roues.

La roue a pour avantage de ne nécessiter qu'un faible tirant d'eau, puisque les aubes, pour agir, n'ont pas besoin d'être profondément immergées. Elle a l'inconvénient d'être très encombrante, puisqu'elle augmente d'une façon importante la largeur des navires; de recevoir à la mer, par mauvais temps, des chocs des lames qui peuvent entraîner des avaries; par fort roulis, les deux roues tantôt immergées, tantôt émergées, donnent lieu à des efforts dissymétriques qui risquent à la longue de délier les coques; enfin, pour les bateaux de guerre, ce propulseur, exposé aux coups de l'ennemi, présentait des inconvénients évidents. Aussi a-t-on cherché, dès le début de la navigation à vapeur, un autre propulseur.

Entre autres précurseurs, en 1823, le Français Delisle, et en 1832 le Français Sauvage proposèrent l'emploi d'une vis d'Archimède, qui, tournant dans l'eau à l'arrière d'un navire, aurait exactement l'effet d'une vis ordinaire qui avance ou qui recule lorsqu'on lui imprime, dans un corps tendre, un mouvement de rotation. Ce furent, en 1836, les Anglais Smith et Ericson, qui mirent l'idée en pratique, et qui réalisèrent le premier bateau à hélice.

L'hélice employée par Smith avait une spire entière, celle d'Ericson comportait plusieurs ailes comprenant chacune une faible portion de pas. En 1841, le constructeur français Augustin Normand fit l'essai de plusieurs hélices sur un bâtiment de 364 tonneaux et 120 chevaux, le *Napoléon*, et adopta finalement une hélice à 4 ailes s'élargissant vers la périphérie. Depuis, le rendement de l'hélice n'a cessé d'être amélioré, en modifiant la face des ailes, et en guidant judicieusement les filets d'eau qui les frappent.

L'usage du nouveau propulseur devait bientôt détrôner la roue à aubes. L'hélice est aujourd'hui universellement usitée : son adoption est sans doute, après la navigation à vapeur, le plus grand progrès qu'ait réalisé la construction navale au cours du XIXe siècle. Les grands navires modernes ont 3 ou 4 hélices, afin de répartir sur plusieurs machines la puissance totale, et aussi pour limiter les conséquences d'une avarie dans un compartiment de machines.

Les navires en fer et en acier. — Vers 1850, un navire en bois de 5.000 tonnes à vapeur, du même tonnage que les plus grands navires à voiles de l'époque, donnait une vitesse de 12 nœuds.

Mais les progrès de la métallurgie, qui permirent, vers la même époque, de construire des navires en fer, et plus tard, en acier, ouvraient à la navigation à vapeur des possibilités pour ainsi dire illimitées. Car par sa nature même, le bois ne permettait pas de dépasser pratiquement ce tonnage de 5.000 tonnes, et dans un pareil tonnage il était difficile de loger des machines à vapeur très puissantes. Tandis que, avec le fer et l'acier, les coques, tout en étant beaucoup plus légères, devinrent plus solides, et sans risque de rupture on put augmenter considérablement les dimensions. En 50 ans avant 1914, on passa du tonnage de 5.000 tonnes au tonnage de 25.000 à 30.000 tonnes, et on ne s'est pas arrêté là : les grands paquebots modernes dépassent le tonnage de 70.000 tonnes.

Le progrès dans l'allégement des coques, extrêmement important puisque sur les paquebots rapides le poids de la coque seule atteint 55 % du poids total, ne cesse de se poursuivre : par la revision de l'agencement des matériaux, de leur échantillonnage et de leur composition; par l'emploi de la soudure autogène qui a permis de loger, à égalité de déplacement, des machines plus puissantes.

En même temps, la solidité de l'acier a permis de faire des coques beaucoup plus affinées, et de formes de carènes plus judicieuses, augmentant le rendement de la puissance propulsive. On est arrivé à construire des navires dont la longueur est égale à 10 fois la largeur (8,2 sur le paquebot *Ile-de-France*), tout en assurant aux coques une solidité et une rigidité suffisantes, sans augmenter d'une façon trop sensible le poids mort de la charpente. Le poids de la machine à vapeur a diminué, ainsi que la consommation par cheval-heure. Alors qu'en 1850 on logeait dans le navire une machine de 1.000 chevaux tout au plus, que les paquebots du type *Champagne*, en service vers 1885, avaient un appareil moteur de 7.000 chevaux pour réaliser une vitesse de 17 nœuds, actuellement la puissance dépasse sur certains types de navires 100.000 chevaux, et la vitesse de 40 nœuds a été dépassée sur quelques torpilleurs.

Cette augmentation progresssive dans le tonnage, dans la puissance, dans la vitesse, va-t-elle se maintenir? On peut en douter, car on ne fait pas de gros navires pour le plaisir de battre des records, mais pour servir à quelque chose. Il arrive un moment où ces grands bâtiments, quel que soit l'emploi auquel on les destine, la guerre ou le commerce, sont trop coûteux et ne paient pas.

Les puissances navales du globe se sont préoccupées ces dernières années de limiter les frais de construction des navires de guerre en limitant leur tonnage, qui a été fixé au maximum à 35.000 tonnes.

Quant aux très grands paquebots, ils n'existent que sur les lignes d'Europe aux Etats-Unis. En 70 ans sur ces lignes, la longueur des navires a quadruplé (305 m. sur les plus grands)), le tonnage a décuplé (il dépasse 65.000 tonnes), la puissance a été multipliée par 60 (elle atteint 120.000 chevaux), la vitesse a été multipliée par 4 (le record de la traversée est actuellement de 28 nœuds).

Ce développement extraordinaire des navires transatlantiques est dû à l'augmentation considérable du mouvement des voyageurs entre les Etats-Unis et l'Europe : depuis le début du siècle dernier la population des Etats-Unis a passé de 7 millions d'habitants à plus de 120 millions, et cette population s'est constituée, en grande partie, par l'émigration européenne, qui dépassait cha-

que année avant la guerre un million d'individus.

Autant que les émigrants, les voyageurs de première et de deuxième classe ont alimenté les grands paquebots des lignes américaines, et ces voyageurs ont exigé toujours plus de confort et toujours plus de vitesse. Au point de vue confort, il suffit d'indiquer que les locaux décorés d'un paquebot comme l'*Ile-de-France*, le paquebot le plus récent de la Compagnie générale transatlantique (qui est loin d'être le plus grand paquebot du monde avec ses 43.000 tonnes de déplacement) comprennent, en plus d'une salle à manger suffisamment vaste pour contenir tous les passagers de première classe en un seul service, soit 620 couverts, quatre salles à manger particulières, à la disposition des passagers qui veulent donner une réception intime, une salle à manger pour les enfants, un grand salon de conversation utilisé le soir pour le concert et la danse, un salon de correspondance et de lecture, un salon de thé, un fumoir, une salle de sports, un guignol pour les enfants, etc. Des appartements de luxe comportent : chambre à coucher, salon, salle à manger, salle de bains. La plupart des cabines ont des salles de bains particulières. De nombreux ascenseurs font communiquer les différents ponts du navire. Des installations spéciales permettent de publier chaque jour un journal donnant, en plus des nouvelles du bord et du programme de la journée, les dernières nouvelles reçues par T. S. F. Les passagers trouvent à bord des coiffeurs, manucures, etc. Les distractions se succèdent : jeux divers, fêtes, cinéma, etc.

Alors que le voyage à la voile d'Europe aux Etats-Unis durait autrefois couramment de 30 à 40 jours, la traversée a été effectuée, au commencement de la navigation à vapeur en 17 à 18 jours, pour ne plus durer que 8 jours à partir de 1877, 6 jours en 1902, moins de 5 jours à partir de 1907. Une Compagnie met-elle en service un paquebot plus grand et plus rapide que les précédents, immédiatement une compagnie rivale, désireuse de mieux faire et d'attirer à elle la clientèle des voyageurs, met en chantiers une unité encore supérieure en tonnage et en vitesse. Ralentie pendant quelques années après la guerre, cette concurrence menace de reprendre de plus belle : on ne parle plus que de records de traversée, et les paquebots les plus rapides de l'Atlantique se livrent entre eux de véritables courses. C'est maintenant le parcours en 4 jours de Cherbourg à New-York qu'on veut réaliser : ceci suppose une vitesse moyenne de 31 nœuds 5, et une puissance de 510.000 chevaux, qui ne peut se loger que dans une coque ayant au moins 350 m. de long et 28 m. de large. Pour abréger les traversées et gagner quelques heures, il faut mentionner le service aéropostal, inauguré à bord de l'*Ile-de-France*, par hydravion quittant le bord quelques centaines de milles avant l'arrivée à destination, et permettant une avance de plus de 24 heures sur le courrier ordinaire.

« Les tempêtes? on en rit. Les distances? elles ont disparu », écrivait en 1828 Chateaubriand, du temps de la navigation à voiles. Que dirait-il aujourd'hui?

On comprend que devant ces paquebots magnifiques, confortables et rapides, qui semblent défier la puissance des flots, le Président Roosevelt se soit écrié : « Ils sont les plus beaux outils du succès humain! »

Les progrès de la technique. — Si le tonnage des navires ne doit pas augmenter indéfiniment, et si les navires géants, de toute façon, ne doivent être que des exceptions à la surface des mers, parce que les conditions acceptables de leur exploitation ne sont réalisées que dans des cas très restreints, d'autres progrès importants ne cessent d'être apportés à la technique navale.

Les chaudières furent d'abord à faces planes, puis cylindriques (1880), à tubes d'eau, dont la première application sur un grand bâtiment remonte à 1891, et enfin à petits tubes. La pression au début du siècle ne dépassait pas 10 kilos par centimètre carré; sur certains paquebots modernes, les chaudières à tubes d'eau fournissent la vapeur à 26 et même 28 kilos, et à une température supérieure à 350°.

Jusqu'à ces dernières années, la chauffe des chaudières se faisait exclusivement au charbon, qui brûlait dans le foyer sur une grille composée de barreaux. Pour une marche à grande vitesse, il faut brûler 150 à 180 kilos de charbon à l'heure par mètre carré de grille et la dépense journalière d'un grand paquebot rapide atteint un millier de tonnes.

Depuis quelques années, la chauffe aux résidus de la distillation du pétrole, ou mazout, s'est très développée. Le mazout, qui se présente sous la forme d'un liquide épais gras et noirâtre, est amené dans le fourneau à l'aide de brûleurs. Le mazout ne s'enflamme pas au-dessous de 150° et il présente toute sécurité de manipulation et de conservation à bord. Il a sur le charbon l'avantage de développer plus de chaleur pour le même poids (1 kilo de mazout remplace 1 kg. 4 de charbon).

D'autre part, la chauffe au mazout nécessite un personnel beaucoup moins nombreux que la chauffe au charbon, puisque le mazout est amené dans la chaudière par des tuyautages, et que la

chauffe, d'ailleurs plus régulière, devient quasi automatique. Alors que le métier de chauffeur est horriblement pénible et épuisant, il se réduit, avec la chauffe au mazout, à un rôle de surveillance, dans un local parfaitement aéré, silencieux, et à une température très douce. « La généralisation de l'emploi du mazout, a dit l'ingénieur Bertin, supprimera le plus dur des travaux auxquels les hommes d'équipage aient été astreints depuis la disparition de la chiourme. »

Pendant tout le siècle dernier, les machines marines étaient des machines dites alternatives, composées principalement d'un cylindre, qui reçoit la vapeur, et dans lequel se meut un piston, dont les mouvements de va-et-vient se transmettent, par un système de bielles, à l'arbre qui porte le propulseur. D'abord horizontales, à simple expansion et engrenages multiplicateurs, les machines des navires modernes sont toutes aujourd'hui verticales et à détentes successives : la vapeur, qui a travaillé dans un premier cylindre, se détend dans un deuxième, et de là dans un troisième et quelquefois dans un quatrième. Ce dispositif a augmenté d'une façon très appréciable le rendement des machines.

Un appareil moteur, dont l'introduction première dans la navigation date de 1893, mais qui n'entra couramment en service qu'au début du siècle, est la turbine, qui a donné de brillants résultats. Dans les machines alternatives, l'effort moteur provient d'une différence de pression sur les deux côtés du piston, autrement dit de la force expansive de la vapeur. Dans les turbines, la vapeur agit sur une sorte de roue à aubes non seulement par sa pression, mais aussi par la vitesse que possèdent ses molécules. Les turbines présentent sur les machines alternatives les avantages suivants : plus grande puissance développée à volume égal, meilleure endurance à grande vitesse, meilleur rendement. Elles conviennent parfaitement aux navires rapides, comme les paquebots et les navires de guerre. Dès 1907, le paquebot à turbines *Mauretania* avait le record de la vitesse de l'Atlantique, 26 nœuds, record qui lui fut conservé jusqu'à la mise en service du *Bremen* (28 nœuds 5).

Et voici que les moteurs à combustion interne entrent à leur tour en service dans l'industrie navale. Les moteurs à vapeur utilisent la chaleur d'une source (charbon ou mazout) brûlée dans les chaudières, par l'intermédiaire d'un fluide, qui est la vapeur d'eau. Les moteurs à combustion interne transforment directement l'énergie calorifique de la source (gaz, pétrole, carbures divers), en employant ce combustible dans le moteur lui-même. Ils ont donc le grand avantage de supprimer l'appareil évaporatoire, et d'employer un combustible plus riche en calories et mieux utilisé, d'où réduction du poids du combustible à transporter, ou augmentation considérable du rayon d'action, ce qui permet des voyages réguliers entre régions éloignées : le moteur Diesel consomme environ 175 grammes de combustible liquide par cheval-heure, alors que la meilleure machine à vapeur exige pour le moins 270 grammes de mazout et de 550 à 600 grammes de charbon.

Le moteur à combustion interne a été d'abord appliqué surtout aux embarcations, aux petits bâtiments, aux sous-marins. Ce sont presque toujours des moteurs à pétrole lampant (moteurs Diesel réalisés pour la première fois en 1897) et non à essence, ce combustible étant trop dangereux à bord d'un navire. Mais les progrès de la technique ont permis d'augmenter de plus en plus la puissance de ces moteurs — on construit aujourd'hui des moteurs de 10.000 chevaux — et le moteur Diesel trouve des applications de plus en plus nombreuses sur les grands navires. Le paquebot *Lafayette*, de 27.000 tonnes de déplacement, a, sur chacune de ses 4 lignes d'arbres, un moteur, et la puissance totale de 18.500 chevaux donne au navire une vitesse de 17 nœuds. La plus forte puissance réalisée jusqu'à ce jour sur un paquebot par moteurs Diesel est de 28.000 chevaux sur le navire italien *Augustus*. Aujourd'hui le tonnage des navires à moteur en construction est supérieur à celui des navires à vapeur. Alors qu'en 1921 la jauge brute totale des navires à moteur lancés au cours de l'année dans le monde représentait 7,7 % du tonnage total des navires à vapeur lancés pendant la même période, cette proportion atteignait 29,5 en 1924, 62,8 en 1927, 84,4 en 1929, 126 en 1930.

Enfin, sur certains navires récents, entre les turbines ou les moteurs à combustion et les hélices, on a intercalé des moteurs électriques, qui permettent avec une grande souplesse les changements d'allure et qui sont économiques. Sur certains navires de guerre américains, on a ainsi réalisé des puissances totales de 200.000 chevaux, avec des vitesses de 35 nœuds. Le paquebot de l'avenir est peut-être un paquebot électrique, où, en dehors de la chambre des machines proprement dite, tout serait électrique : cuisines, ventilation, chauffage, treuils, etc.

En résumé, pour citer les caractéristiques essentielles du progrès réalisé, depuis 70 ans l'appareil propulsif des grands bâtiments est devenu 14 fois plus léger, et sa consommation a été réduite au dixième. Alors qu'en 1830, sur le *Sphinx* aviso à roues, la machine propulsive pesait 800 kilos par cheval, sur les navires modernes ce poids est

descendu parfois à moins de 20 kilos (13 kilos sur les récents contre-torpilleurs).

La navigation sous-marine. — L'homme ne s'est pas contenté de naviguer en tous sens à la surface de la mer, et de l'explorer du pôle à l'équateur, il a réussi à naviguer sous la surface des flots, comme il a réussi à se déplacer dans les airs.

Après quelques tentatives infructueuses, et qu'on a retenues à titre de curiosité, telles que le *Nautilus* de Fulton, le *Plongeur* de Bourgeois et Brun, le sous-marin a été réalisé à la fin du siècle dernier par des marins français, au premier rang desquels il faut citer Gustave Zédé, qui, en 1889, établit les plans du *Gymnote*, de 31 tonnes de déplacement, filant 5 nœuds en plongée. L'emploi des moteurs Diesel en surface, des moteurs électriques alimentés par batteries d'accumulateurs en plongée, a permis au sous-marin de se développer. On en construit de plus de 3.000 tonnes de déplacement, ayant 10.000 milles de rayon d'action et pouvant plonger jusqu'à 100 mètres de profondeur. Mais n'ayant en plongée qu'une vitesse assez faible, qui dépasse rarement 10 nœuds, de construction coûteuse, et de rendement peu économique, le sous-marin ne pouvait songer à remplacer le bateau de surface pour la navigation courante. Il est resté un admirable outil militaire, qui, par suite de sa faculté de disparaître en moins d'une minute et de son invisibilité, peut attaquer les plus grands navires.

La navigation scientifique[1]. — La conquête de la mer par l'homme ne fut pas tant une affaire de construction navale que d'astronomie nautique. Il ne s'agissait pas simplement d'avoir un bateau, il fallait savoir le conduire. Si l'homme avait dû, par défaut de science, rester confiné au voisinage des terres, comme le furent les premiers navigateurs, il aurait eu beau avoir à sa disposition les plus beaux navires, il n'aurait jamais conquis la mer.

Lorsque les Phéniciens, et à leur exemple les Grecs, entreprirent de fonder au loin des comptoirs et des colonies, il leur fallut perdre la terre de vue et apprendre à se diriger d'après les astres. Les étoiles donnaient au pilote deux directions fixes, celle du nord, par la connaissance des constellations qui tournent autour du pôle sans se coucher jamais, celle de l'Est et de l'Ouest, par le lever et le coucher des étoiles situées au voisinage de l'équateur. C'est bien ainsi que se dirigeait Ulysse d'après Homère, et Palinure, le pilote d'Enée, d'après Virgile. Mais ni Virgile, ni Homère ne nous disent comment il fallait se diriger le jour, d'après le soleil.

« La boussole ouvrit pour ainsi dire l'univers », dit Montesquieu dans l'*Esprit des Lois*. Et c'est bien en effet la découverte des propriétés de l'aiguille aimantée qui permit aux navigateurs de se diriger avec quelque certitude sur l'océan, et de s'éloigner des côtes. Découverte peut-être par les Chinois plusieurs siècles avant Jésus-Christ, la boussole était en usage au XIVe siècle (certains en attribuent l'invention à Guyot de Provins vers 1190). Ce fut sans doute Christophe Colomb qui le premier, en 1492, observa que l'aiguille aimantée ne se dirige pas exactement vers le nord, mais fait avec le méridien un angle, qu'on a appelé la déclinaison magnétique, et qui varie d'un endroit à l'autre. Bien des navigateurs nièrent pendant longtemps l'existence de la déclinaison, ainsi que bien des philosophes « dont ces nouveautés dérangeaient trop les idées ». Les grands voyages de circumnavigation eurent comme résultat important de connaître la valeur de cette déclinaison magnétique à la surface de toutes les mers et de déterminer ainsi, d'après la direction de l'aiguille aimantée, la direction du méridien géographique et le cap suivi par le navire.

L'usage de la boussole sur les bâtiments en bois n'offrait pas de grandes difficultés, puisque son aiguille aimantée était simplement soumise à l'influence du champ magnétique terrestre. Cependant des erreurs ne laissaient pas d'être commises, car on avait la déplorable habitude de placer deux boussoles très près l'une de l'autre, dans le même habitacle, et les deux aiguilles réagissaient l'une sur l'autre. D'autre part la construction purement mécanique des boussoles laissait à désirer jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, où l'on construisit des boussoles à aiguilles multiples très légères. Sur les bateaux en fer et en acier, l'aimantation propre du navire causa des perturbations importantes, et toute une science des compas a dû être créée pour étudier ces perturbations et pour trouver le moyen de les compenser.

Quel que soit le soin apporté à la compensation des compas magnétiques, leurs indications, sur les bâtiments en acier parcourus en tous sens par des courants électriques qui ont eux aussi une influence sur l'aimantation, restent incertaines. Tout récemment est entré en service le compas gyrostatique, basé sur la propriété du gyroscope, tore animé d'une grande vitesse de rotation, d'avoir son axe constamment orienté dans le plan du méridien géographique, sous l'influence du mouvement de la terre.

1. Par une heureuse coïncidence, au moment où je rédige cet article, le capitaine de vaisseau Marguet, le savant professeur à l'École Navale, fait paraître une *Histoire générale de la Navigation du XVe au XXe siècle* (Société d'Éditions géographiques).

Les difficultés assez grandes qu'on rencontre à faire fonctionner un compas gyrostatique à bord d'un navire ont été surmontées, et l'usage de ce compas, qui indique le nord géographique et qui est parfaitement insensible au champ magnétique, se répand de plus en plus. Il peut transmettre ses indications à des compas-relais : de sa chambre même le commandant peut contrôler la route. D'autre part des dispositifs spéciaux permettent de ne plus compter avec l'habileté du timonier, et maintiennent le navire automatiquement au cap demandé.

Le problème du point estimé. — Connaissant la direction à suivre pour aller d'un point à un autre, il est facile, à l'aide d'un compas, en agissant sur le gouvernail, de suivre cette direction, ou, comme on dit cette route. Pour savoir à chaque instant où l'on se trouve sur cette route, il faut connaître la distance parcourue depuis le départ, et par suite avoir un moyen de mesurer la vitesse du navire. En outre il faut transformer la distance parcourue en coordonnées géographiques, c'est-à-dire rapporter cette distance aux dimensions de la terre. (Au XVII^e^ siècle on faisait une erreur de plus de 300 m. sur la longueur de la minute du grand cercle de la terre ou mille marin.)

C'est là ce qu'on a appelé le problème du point estimé.

L'instrument employé depuis longtemps pour mesurer la vitesse est le loch : les premières mentions paraissent en avoir été faites en 1577 par William Bourne et en 1607 par Purchas, dans un voyage aux Indes Orientales. Auparavant on se contentait d'estimer la vitesse en regardant l'eau passer le long du bord du vaisseau. Le loch se compose d'un flotteur en bois, qu'on appelle le bateau de loch, qu'on jette à l'eau à l'arrière du navire et qui, par sa résistance, se maintient à peu près immobile à la surface de la mer. Une ligne graduée en nœuds (120^e^ partie du mille), attachée au bateau de loch et qu'on file à la demande, permet de mesurer la vitesse du navire, le temps étant mesuré à l'aide d'un sablier. Une longue expérience donne la correction empirique à apporter aux graduations de la ligne pour tenir compte de l'entraînement du bateau de loch par le navire.

Le loch ordinaire était presque exclusivement en usage sur les navires jusqu'à la fin du siècle dernier. Plusieurs auteurs avaient proposé de lui substituer des lochs mécaniques, mais sans arriver à les réaliser pratiquement. Vitruve parlait déjà, au temps d'Auguste, d'une roue qu'on trempait dans l'eau le long du navire et dont on comptait le nombre de tours au moyen d'engrenages qui faisaient tomber de temps en temps un caillou dans un bassin. Aujourd'hui on se sert surtout de ces lochs mécaniques, basés le plus souvent sur la rotation d'une petite hélice, dont on compte le nombre de tours dans un temps donné. Des indicateurs automatiques donnent à tout instant la vitesse du navire, d'autres tracent automatiquement sur la carte la route suivie.

La carte marine. — Le compas permet au navire de suivre une route faisant avec le méridien géographique un angle donné. Cet angle doit rester le même pendant un certain temps, et la route du navire coupe ainsi les méridiens successifs sous le même angle. La route décrite sur la terre dans ces conditions est une courbe, qui a reçu le nom de loxodromie.

Pour rendre commode la détermination du point estimé connaissant la route et la vitesse, il faut que les loxodromies et les méridiens soient représentés sur la carte marine par des droites, et que les angles que font entre elles ces deux lignes sur la terre soient les mêmes sur la carte. C'est là le problème de la carte marine, qui, après bien des tâtonnements et des erreurs, fut résolu pratiquement par Mercator en 1569, et théoriquement vers 1600 par Wright, puis en 1695 par Halley, qui le premier donna l'équation rigoureuse de la loxodromie. Toutes les cartes marines depuis cette époque sont des cartes de Mercator, dans lesquelles les méridiens sont représentés par des droites équidistantes, les parallèles par des droites perpendiculaires aux méridiens et de plus en plus espacées à mesure qu'on se rapproche du pôle.

Le point observé. — Plusieurs erreurs interviennent pour fausser la direction d'un navire et sa vitesse, même en supposant parfaits, ce qui n'est pas, le compas et le loch. Ces erreurs sont dues, par exemple, aux influences jamais bien connues du vent et des courants marins, aux irrégularités de marche des machines, aux erreurs du matelot qui gouverne le navire, etc. Si bien qu'au bout d'un certain temps le navire s'est écarté de la route à suivre, et si on ne rectifiait pas sa direction, on pourrait, après quelques jours, faire des erreurs considérables.

Il est donc nécessaire de vérifier l'exactitude de la navigation à l'estime en déterminant la position du navire à l'aide des repères en vue, c'est-à-dire au large à l'aide de l'observation des astres. Les astres, en effet, ont des mouvements dans le ciel exactement connus par l'astronomie, leur position apparente varie suivant l'endroit de la terre où l'on se trouve et suivant l'heure de la journée. En observant cette position apparente des astres, et en connaissant l'heure de l'obser-

vation, on en déduit la position du navire. C'est là le problème du point observé.

Il y a à peine deux siècles que ce problème fut convenablement résolu.

La position d'un navire en mer, ainsi d'ailleurs que la position de tous les lieux de la terre, est définie par deux coordonnées, la latitude et la longitude.

La détermination de la latitude, qui est la hauteur de l'étoile polaire au-dessus de l'horizon, est relativement facile, et fut connue dès l'antiquité. La nuit, en observant la hauteur de l'étoile polaire au-dessus de l'horizon, et en apportant une correction empirique pour tenir compte du fait que l'étoile polaire n'est pas exactement au pôle; le jour, en observant la hauteur méridienne du soleil, dont on connaît la déclinaison, la latitude est immédiatement déduite.

Il faut donc disposer d'un instrument permettant sur un navire qui remue d'observer la hauteur des astres. On se servit d'astrolabes tenus à la main, d'anneaux astronomiques, déjà en usage dans la Grèce antique, et dont le maniement fut perfectionné par les Arabes, d'arbalètes composées de deux bâtons glissant l'un dans l'autre à angle droit, qui remontent au XIVe siècle, et que les marins désignent sous le nom de croix géométrique, de verge d'or, rayon astronomique. Les instruments à réflexion ne furent en usage qu'à partir du XVIIe siècle : la première forme en est due à Hooke en 1666, qui se servit d'un miroir pour ramener la direction d'un objet sur celle d'un autre, de manière à mesurer un angle par une visée unique le long d'un seul de ses côtés. Vers 1700, Newton créa un instrument à double réflexion, qui ne fut connu des navigateurs que dans la deuxième moitié du XVIIIe siècle, et d'où dérive le sextant actuel.

Le sextant, universellement employé pour la mesure des hauteurs des astres à la mer, est un instrument à double réflexion, dans lequel l'image d'un objet observé est renvoyée à l'observateur par deux miroirs, l'un fixe, l'autre mobile. Quand, en manœuvrant le miroir mobile, on amène l'image réfléchie d'un objet en contact avec l'image d'un autre objet visé directement, on obtient l'angle sous lequel on voit ces deux objets. Pour mesurer la hauteur d'un astre, on amène l'image de l'astre réfléchie dans les miroirs avec l'image de l'horizon visé directement. L'avantage, essentiel à bord d'un navire, du sextant, comme de tous les instruments à double réflexion, est que le contact des deux images, une fois établi, subsiste malgré les déplacements de l'instrument.

Si le problème de la latitude ne présente, par lui-même, que peu de difficultés, il n'en est pas de même du problème de la longitude, qui pendant longtemps exerça la sagacité des astronomes et des navigateurs. Des erreurs invraisemblables étaient commises jusqu'au siècle de Louis XIV sur les cartes de régions aussi connues et aussi fréquentées que la Méditerranée. Dans les régions lointaines, des longitudes fausses de plusieurs degrés étaient constantes; il arrivait que la même île était portée à des positions différentes, ce qui faisait croire à l'existence de plusieurs îles. Dans les mers australes, on recherche encore à l'heure actuelle des îlots signalés dans des positions inexactes par les anciens navigateurs. Les souverains, l'Académie des Sciences proposèrent des récompenses importantes pour celui qui donnerait une solution pratique du problème de la longitude. La longitude est l'angle formé par le méridien du lieu avec un méridien pris pour origine. Elle est égale à la différence d'heures entre les deux lieux. Si donc, en même temps qu'on observe l'heure d'un lieu par un phénomène astronomique, comme le passage du soleil au méridien qui indique midi vrai, on peut dans le ciel lire l'heure, au même moment, du méridien origine, on aura la longitude. Peu de phénomènes facilement observables donnent cette indication.

La découverte par Galilée des satellites de Jupiter fut un de ces phénomènes. Ces satellites en effet entrent dans l'ombre de la grosse planète et disparaissent à nos yeux pour reparaître un peu plus tard. Or, ces disparitions et ces réapparitions sont visibles de tous les points de la terre au même instant. On peut calculer exactement à l'avance l'heure de Paris par exemple à laquelle un satellite est éclipsé par la planète, et l'observation de cette éclipse permettra à un observateur éloigné de déduire la différence entre l'heure de Paris et son heure locale, et par suite sa longitude comptée à partir du méridien de Paris. Mais outre que le phénomène n'est pas facile à observer surtout à bord d'un navire, la prévision des mouvements des satellites de Jupiter ne fut établie avec précision qu'en 1668 par Cassini.

On songea aussi, dès le XVIe siècle, à situer la lune sur la sphère des étoiles, en mesurant les distances de la lune aux étoiles. Mais ce ne fut qu'au siècle dernier que les mouvement de la lune furent connus avec assez de précision pour résoudre le problème. Les tables publiées en 1713 par Newton donnaient encore sur le calcul de la longitude des erreurs qui pouvaient dépasser 2 degrés; le premier volume du *Nautical Almanac* qui contient des tables assez précises date de 1769. Il fallait d'ailleurs disposer d'un instrument d'observation très précis, tel que l'octant ou le sextant, car une erreur de quelques secondes sur

la distance se traduit par une erreur de plusieurs minutes sur la longitude.

La variation de la déclinaison magnétique à la surface de la terre fut aussi invoquée pour donner la longitude. On appela ce problème la *mécométrie de l'aimant*. Halley, Delisle, Bouguer et bien d'autres s'en occupèrent, jusqu'à Buffon lui-même en 1788. Mais on ne pouvait avoir par ce procédé qu'une très grossière approximation.

Le problème de la longitude à la mer ne devait être pratiquement résolu qu'au XVIIIe siècle, lorsqu'on eut trouvé le moyen de construire des horloges capables de conserver avec précision à bord des navires l'heure du méridien origine. Ces horloges, ou chronomètres, appelées aussi garde-temps, dont Huyghens avait construit les premiers modèles, furent très perfectionnés par de savants horlogers, aux premiers rangs desquels il faut citer, dans la deuxième moitié du XVIIIe siècle, Pierre Le Roy et Ferdinand Berthoud. Au cours du XIXe siècle, l'étude de la marche des chronomètres fut approfondie pour tenir compte de la température, de la pression barométrique, du vieillissement des huiles. La conduite à la mer des chronomètres devint une partie essentielle de la science nautique, à laquelle en France de nombreux ingénieurs hydrographes et officiers de marine consacrèrent des travaux définitifs. La qualité de la construction des chronomètres fit peu à peu abandonner les laborieux calculs des longitudes à l'aide des distances lunaires. Aujourd'hui les navires emportent plusieurs chronomètres qui se servent mutuellement de contrôle et qui permettent d'avoir, à une ou deux secondes près, l'heure du méridien origine, même après une longue traversée. A terre, dans les endroits dont la longitude est connue, un calcul d'heure permet de rectifier les indications des chronomètres.

Depuis l'invention de la télégraphie sans fil, l'envoi régulier et fréquent de signaux horaires par les principaux observatoires du monde a simplifié considérablement le problème de l'heure en mer : le navigateur reçoit par T.S.F. ces signaux et, d'après eux, rectifie ses chronomètres. Ceux-ci qui, autrefois, devaient conserver l'heure avec exactitude pendant des semaines et même des mois, n'ont besoin de marcher convenablement que pendant l'intervalle des signaux horaires, qui sont au plus espacés de 24 heures : on peut faire le point aujourd'hui avec une bonne montre de poche et un sextant.

Le calcul du point à la mer se présente actuellement sous une forme très simple. Dès 1837, le capitaine américain Sumner remarquait que le navire était sur le lieu géométrique le long duquel on observait partout la même hauteur d'un astre, et que ce lieu géométrique était pratiquement une droite, qu'on appela dans la suite *droite de hauteur*. Le procédé de calcul universellement employé aujourd'hui est dû à l'amiral français Marcq-Saint-Hilaire, qui a montré, en 1875, que cette droite de hauteur pouvait se tracer très facilement en partant de la position estimée (méthode dite du point rapproché). Le point complet revient à tracer deux droites de hauteur se coupant sous un angle convenable, soit en observant simultanément les hauteurs de deux astres, soit en observant à quelques heures d'intervalle les hauteurs différentes d'un même astre. Des tables ingénieuses abrègent le calcul, qui peut être fait en une demi-heure, toutes observations comprises.

La navigation en temps de brume. — En temps de brume, les astres n'étant pas visibles, il est impossible de faire le point, et le navigateur n'a d'autre ressource que de naviguer à l'estime. Mais des procédés récents ont permis de suppléer aux observations des astres.

La radiogonométrie, dont la première idée est due à M. Blondel en 1909, utilise la T.S.F.. Il est en effet possible de connaître, à un ou deux degrés près, la direction d'où émane un signal de T.S.F.. Un navire qui fait usage de son poste de T.S.F. peut être repéré par des stations côtières; ces stations n'ont qu'à indiquer au navire la direction dans laquelle il se trouve par rapport à chacune d'elles, pour que le navire puisse en déduire sa position.

Un poste radiogoniométrique peut être installé sur le navire lui-même, qui peut alors connaître la direction dans laquelle se trouve une station côtière, émettrice de signaux de T.S.F.. Les navigateurs peuvent ainsi faire le point à l'aide des ondes hertziennes, comme ils le font à l'aide des ondes lumineuses émises par un phare.

L'incertitude de la navigation en temps de brume est particulièrement dangereuse au voisinage de la terre. Les signaux sonores, sirènes, cloches, employés depuis longtemps sur les rivages pour en signaler l'approche, n'ont qu'une portée très faible et incertaine, et le navigateur n'est souvent prévenu par eux de l'approche des dangers que lorsqu'il est trop tard pour y parer.

Dans le repérage au son, le navire, après avoir prévenu par T.S.F. les postes côtiers, jette à la mer une petite bombe explosive. Le bruit de l'explosion se propage dans l'eau à une vitesse connue, de l'ordre de 1.500 m. par seconde, tandis que le signal de T.S.F., émis en même temps, est entendu immédiatement. La différence des heures de réception du signal de T.S.F. et du bruit de l'explosion, enregistré sur des appareils micro-

phoniques spéciaux, permet donc de déterminer la distance du navire au poste récepteur.

Le câble directeur est un câble mouillé au fond de la mer et parcouru par un courant électrique alternatif. A l'aide des microphones particuliers, le navire peut reconnaître s'il est au-dessus du câble ou non. Il peut donc, par brume épaisse, sans rien voir, suivre ce câble, qui le conduira au port.

Enfin on songe à appliquer la télévision pour permettre aux navires cachés dans la brume de vraiment « s'apercevoir », ou tout au moins de connaître leurs routes mutuelles.

Tous ces procédés, comme le constate le commandant Marguet, « infirment la saisissante parole de Bailly : « En haute mer, l'homme ayant tout perdu, n'a plus que le ciel pour ressource ». L'avenir n'est peut-être pas éloigné où, sur l'étendue des mers, le recours aux astres sera devenu inutile, et où le point résultera de procédés que l'on pourra faire rentrer dans ceux du pilotage, si on étend ce terme, en le généralisant, aux méthodes qui utilisent directement des points à terre pour fixer une position sur mer. Alors une immense somme de labeurs deviendra sans emploi; mais les services qu'elle aura rendus resteront acquis à jamais. »

N'est-ce pas d'ailleurs une loi générale du progrès humain que lorsque des procédés sont parfaitement au point, de nouvelles inventions les rendent caducs et inutiles?

La conquête des rivages. — L'homme, qui est un terrien, n'a pu conquérir la mer qu'en partant du rivage, et comme la mer n'est pour lui qu'un lieu de passage, c'est toujours vers le rivage qu'il lui faut revenir. Or, s'il a suffi au premier navigateur d'une plage en pente douce pour jeter sans peine son esquif à l'eau, et pour le remettre au sec au retour, il n'en fut plus de même dès que les navires augmentèrent de taille. C'est dans ce sens purement maritime que la conquête de la mer a impliqué la conquête du rivage, et on peut dire que l'aménagement du rivage a une importance presque primordiale aujourd'hui.

Cet aménagement du rivage pour les navires comporte surtout des ports, des chantiers de construction et de réparation, des phares et des balises.

Sans port, c'est-à-dire sans abri pour les navires, il ne peut exister de navigation, et des pays entiers dépourvus de ports, quoique en bordure de la mer, ne sont pas du tout maritimes. Il existe des ports de toutes dimensions. La moindre crique abritée peut être appelée port, si l'on y a établi quelques facilités d'embarquement et de débarquement. Mais les ports proprement dits ont plus d'importance ; il a fallu ajouter au simple abri ou à la rade foraine des terre-pleins, des magasins, des entrepôts, des silos à céréales, des moyens de manutention puissants, de véritables gares de triage, afin d'assurer convenablement la liaison entre la voie fluviale et la navigation maritime. La taille toujours croissante des navires a obligé de creuser des bassins de plus en plus profonds et de plus en plus vastes, d'avancer vers le large les jetées qui les abritent, de construire des quais dont la muraille verticale atteint 15 et 20 m. de hauteur. Il faut aussi que le navire, pour se réparer, trouve des bassins de radoub appropriés (le plus grand actuellement en service est celui de Toulon qui a 422 m. de longueur), et des ateliers mécaniques importants.

Or, les travaux d'agrandissement des ports sont beaucoup plus considérables que la construction des navires eux-mêmes. Si bien que les conditions existantes des ports actuels limitent souvent la taille et le tirant d'eau des navires qui, si l'on augmentait inconsidérément leurs dimensions, n'arriveraient pas à y accoster, et par suite ne serviraient proprement à rien. La conquête des rivages doit donc précéder souvent la conquête de la mer.

A cette conquête des rivages se rattache l'établissement des cartes, qui doivent indiquer avec exactitude les moindres accidents des terres pouvant intéresser le navigateur, ainsi que la profondeur de la mer, et aussi la construction des balises, des amers, et des phares, qui permettent au navigateur d'avoir des points de repère la nuit, coutume ancienne dont on retrouve des traces jusque chez les Etrusques, et qui ne s'est vraiment développée qu'au XIX^e^ siècle : les phares se comptent aujourd'hui par milliers, certains dépassent la portée lumineuse de 40 milles, tandis qu'en 1830 il n'existait qu'un phare en Afrique, 4 en Asie, et pas un seul en Amérique du Sud.

La conquête scientifique de la mer. — L'homme ne s'est pas contenté de naviguer en tous sens sur la mer, il a voulu en connaître à fond les phénomènes et les caractères. Il satisfaisait ainsi d'ailleurs son ambition de connaître la terre, car les mers occupent les trois quarts de la surface du globe.

« Te dirai-je, disait Camoëns dans les *Lusiades*, les redoutables phénomènes dont la mer est le théâtre, les bourrasques subites, les noirs ouragans, les nuits ténébreuses, les longs éclairs qui sillonnent le ciel, les éclats de la foudre qui ébranlent le monde? Immense et vaine entreprise qui tromperait les efforts d'une voix de fer! »

Les savants océanographes n'ont pas trouvé que l'entreprise était vaine.

La mer, jusqu'à une époque très proche de

nous, était un monde de légendes. On ne savait presque rien sur sa profondeur au large et les navigateurs les plus expérimentés parlaient d'abîmes sans fond. Ce n'est que dans le courant du XIXe siècle que des appareils de sondages, dits à plomb perdu, permirent de mesurer avec exactitude les grandes profondeurs de la mer, qui dépassent 9.000 mètres en quelques points de l'océan Pacifique. Le sondage par le son, ou par les ultra-sons, fondé sur les propriétés piézo-électriques du quartz, a été mis très récemment en pratique et est devenu aussitôt un instrument courant de navigation; il permet aujourd'hui d'obtenir la profondeur de la mer, sans stopper le navire, et pour ainsi dire d'une façon continue.

Les sondages ont fait connaître la nature du fond, constitué dans les parties profondes de débris calcaires ou siliceux d'animaux marins, et dans les parties les plus profondes d'argile rouge.

On a étudié l'eau de mer, sa salinité, sa température qui a une influence si importante sur le climat de nos côtes et sur la répartition des animaux marins.

On a étudié la houle et les vagues, les marées si longtemps mystérieuses, dont le grand Newton a précisé les causes dues à l'attraction du soleil et de la lune, dont Laplace a établi la théorie, et dont Lord Kelvin a permis la prédiction à l'aide de sa merveilleuse méthode de l'analyse harmonique.

On a dressé des cartes de courants, au sujet desquels les navigateurs et les plus grands savants, comme Bernoulli, émettaient les hypothèses les plus inattendues. Par exemple Christophe Colomb pensait que la terre présentait à l'ouest des Açores un renflement, et que « la côte de Paria est plus voisine de la voûte étoilée que l'Espagne ». Ces courants sont plus importants pour la distribution des animaux, ou pour leur influence sur les climats, que pour la navigation d'aujourd'hui, car leur vitesse est presque toujours assez faible, mais il n'en était pas de même du temps de la navigation à voiles.

On a étudié les glaces marines, qui, sous forme d'icebergs, rendent certaines routes très dangereuses pour les paquebots : la catastrophe du *Titanic* en 1912 est encore dans toutes les mémoires.

Les naturalistes ont étudié les animaux innombrables qui peuplent la mer, « le grand creuset de la vie, dont la conception permanente ne finit jamais » (Michelet). Et cette étude, en offrant des spécimens et combinaisons variés à l'infini, a ouvert des horizons nouveaux sur la biologie des êtres vivants, sur leur adaptation aux conditions les plus diverses, car la mer est peuplée jusque dans ses plus grandes profondeurs, dans des régions où règnent des pressions considérables, et qui sont perpétuellement obscures, puisque la lumière du jour ne dépasse pas les couches superficielles. Par des organes appropriés, dont l'ingéniosité est merveilleuse, les animaux ont su s'adapter à ces conditions exceptionnelles. Le champ de découvertes océanographiques de toutes sortes, dans tous les domaines, car nous ne faisons ici qu'effleurer les principales, a vraiment décuplé les connaissances de l'homme sur l'univers.

La conquête alimentaire de la mer. — Pour terminer, il faut signaler un but utilitaire encore de la conquête de la mer. L'homme ne se sert pas seulement de la mer comme d'un chemin que son habileté a su rendre plus facile que les chemins terrestres, il s'en nourrit.

On a pu calculer que les hommes consomment 12 milliards de kilos de poisson par an. La pêche occupe plus d'un million d'hommes. Pour certaines populations asiatiques, les poissons jouent dans l'alimentation un rôle aussi important que le riz; dans les îles de l'océan Indien et du Pacifique, les tribus malaises et polynésiennes consomment presque exclusivement du poisson; les Anglais, qui sont les plus grands consommateurs de poissons de l'Europe, en consomment 140 kilos par an et par tête. Les premiers hommes qui se risquèrent sur l'eau le firent peut-être autant pour pêcher que pour aller d'un point à l'autre.

C'est à l'école de la pêche que, jadis comme aujourd'hui, se formèrent les meilleurs marins.

« On doit beaucoup à la baleine, a dit Michelet : sans elle, les pêcheurs se seraient tenus à la côte, car presque tout poisson est riverain; c'est elle qui les émancipa, qui les mena partout. Ils allèrent, entraînés, au large, et, de proche en proche, si loin, qu'en la suivant toujours, ils se trouvèrent avoir passé, à leur insu, d'un monde à l'autre...

« Qui a ouvert aux hommes la grande navigation? qui révéla la mer, en marqua les zones et les voies? enfin qui découvrit le globe? La baleine et le baleinier.

« Tout cela bien avant Colomb et les fameux chercheurs d'or, qui eurent toute la gloire, retrouvant à grand bruit ce qu'avaient trouvé les pêcheurs. »

Il n'y a pas là qu'une exagération poétique, mais une grande part de vérité.

Dans ce domaine encore, la pêche a dû suivre les progrès de la technique navale, lentement, il faut le dire, et avec résistance, car il n'y a pas de population plus routinière que les pêcheurs. Richelieu et Colbert ne trouveraient plus dans nos arsenaux d'aujourd'hui les vaisseaux d'autre-

fois, mais ils reverraient sur nos côtes bretonnes les mêmes barques de pêche qu'ils ont connues, montées par des équipages semblables, se servant des mêmes engins.

Cependant la vapeur, le moteur à pétrole, le développement des moyens de transport et des procédés frigorifiques, ont, en d'autres régions plus progressives que notre Bretagne, bouleversé l'industrie de la pêche. Les chalutiers à vapeur se sont substitués aux barques à voiles, le moteur à pétrole s'est installé partout : en Amérique, en Angleterre le poisson pêché par des bateaux à voiles est insignifiant, par rapport à celui que pêchent les bateaux à vapeur et à moteur.

La petite crique bretonne, avec ses filets bruns séchant sur la grève, ses petites maisons grises entassées autour de son église au clocher à jour, ses ruelles étroites, sa toute petite usine de conserves, ses moyens de communications incommodes fait figure d'anachronisme, à côté des ports de pêche modernes, aux larges bassins, aux vastes approvisionnements de charbon et de pétrole, aux immenses hangars où aboutissent des voies ferrées multiples, aux installations frigorifiques, aux ateliers d'emballage.

Figure d'anachronisme, certes, mais que regrettent les peintres et les poètes, car la conquête de la mer par les hommes en chasse la poésie.

Est-ce bien sûr? Le travail victorieux des hommes ne pare-t-il pas d'une beauté particulière les instruments de sa conquête, et un paquebot rapide, un croiseur, un port moderne en pleine activité ne sont-ils pas aussi beaux que la frégate d'autrefois, ou que

> Le beau vaisseau qui prend le large
> Chargé de toile, et va roulant,
> Suivant un rythme doux, et paresseux, et lent.
>
> **J. Bouch.**

BIBLIOGRAPHIE

Léon RENARD : *Les merveilles de l'Art Naval*, 1873.

F. MARGUET : *Une histoire de la navigation (1550-1750)*, 1918.

F. MARGUET : *Histoire générale de la navigation du XV^e^ au XX^e^ siècle*, 1931.

F. BOQUET : *Histoire de l'astronomie*, 1925.

A. TERQUEM : *La science romaine à l'époque d'Auguste*, 1885.

J. MICHELET : *La Mer*, 1861.

L'Evolution et le développement des principales industries depuis cinquante ans : *Le Génie Civil*, 1930.

Articles divers de M. L. BASSO dans la *Revue scientifique*.

LES STUPÉFIANTS

Si le génie de l'homme a découvert le blé et le riz il a su découvrir aussi les plantes aux sucs euphoristiques. La recherche de stimulants ou de calmants a été dans le monde entier couronnée de succès. L'Asie possède l'opium, l'Amérique la coca, l'Afrique le haschich, l'Europe l'alcool. La plus obscure peuplade de l'océan Pacifique a employé les rudiments frustes de son intelligence à déceler dans sa flore quelque substance capable d'atténuer les misères de l'existence.

Le naturaliste et le géographe pourraient établir une carte des toxiques euphoristiques aussi bien qu'ils dessinent des cartes de la faune et de la flore du globe terrestre. Sur son large divan de bois, le Chinois des journées entières exerce l'agilité de ses doigts à cuire à point la boulette d'opium. Le riche musulman, sur un divan parfumé, aspire le haschich de meilleure qualité en écoutant des chants mélodieux et en contemplant des danses lascives. En France, des bars servis de coktels apportent la nervosité moderne qui remplace la fine gaîté de nos pères versée par le bordeaux. Dans les régions les plus reculées nous trouverions des tableaux analogues mais plus champêtres et plus naturels. Dans le domaine géographique énorme du Palmier Arec les hommes ont trouvé dans la noix de ce palmier un agent tonifiant qui remédie à l'alimentation débilitante de l'Extrême-Orient : tous les gens qu'on croise dans la rue mâchonnent leur chique en poursuivant lentement leur tâche quotidienne. Les Polynésiens se rassemblent sous les touffes de quelques bananiers aussi bien pour discuter les affaires du village que pour préparer un rite solennel. Du Peyotl, qui rend l'œil émerveillé, et qui comme le haschisch communique des frénésies religieuses, le public a entendu trop parler il y a quelques années. Les bureaux de Doin étaient assaillis de bonnes gens qui voulaient connaître l'auteur d'un livre sur le Peyotl et obtenir de lui quelques fragments de ce filtre incomparable.

Au point de vue scientifique où nous nous plaçons un fait intéressant doit être retenu; je veux parler de la signification ethnographique du stupéfiant. M. Pierre Lamarre relate les résultats d'une mission au Yémen[1] : il montre que cette région a la même structure géologique que les hauts plateaux abyssin et harrari. « Nous ne verrons guère

1. *La Géographie*, janvier-février 1931.

les habitants du Yémen s'aventurer dans les steppes de l'Arabie centrale ou dans les rochers arides du Hedjaz : ils préféreront traverser la mer, et malgré les difficultés d'une telle entreprise, monter à l'assaut des hauteurs de l'Abyssinie, où les attend une terre semblable à la leur; le sol offre la même constitution, le climat est à peine différent, la végétation presque identique. » Des deux côtés de la mer Rouge sur les terrains des massifs montagneux s'accrochent le café et le quat (le Yéménite mastique le quat comme l'Indien du Pérou la Coca). Cette observation permet de comprendre comment la toxicomanie se rattache à un ensemble de faits qui lui donnent une grande valeur comme caractère ethnographique. Les témoignages des historiens et des géographes concordent donc : partout et toujours l'homme a usé de stupéfiants pour tromper sa douleur morale ou son ennui. Au lieu de développer les richesses vitales que nous possédons en nous-mêmes, nous nous laissons attirer par l'illusion des « paradis artificiels ». L'histoire de l'humanité et l'histoire de l'individu ne suivent pas la ligne du Progrès : tout est rythme mais rien n'est progrès en histoire et en biologie. Dans toutes les questions qu'on cherche à approfondir on retrouve des applications aux lois du rythme et jamais une vérification certaine de l'hypothétique progrès. L'intelligence a servi aussi bien les mauvais instincts que les bons. En termes surannés, il y a dans l'homme du divin et du démoniaque.

Ce qui m'étonne c'est de constater dans notre siècle d'expérimentation, l'absence d'études sérieuses sur la psycho-physiologie de l'action des stupéfiants. J'ai amorcé autrefois ce travail[1] mais j'ai dû l'abandonner, étant chargé de missions et recherches plus urgentes.

Un énorme volume récemment paru sur la cocaïne[2] m'apportera-t-il les éclaircissements que je cherche? Hélas, non. Comme beaucoup de livres de médecine il renferme un entassement d'observations... une broussaille épaisse se forme et finalement on ne sait plus au juste comment agit la cocaïne... Un bon pharmacologiste, Gottlieb lui-même, a comparé la cocaïne à l'alcool... Les observations concrètes que chacun peut faire prouvent bien que cette comparaison est fausse. L'alcoolique jacasse et se trémousse; le cocaïnomane s'affale sur un divan, évite le moindre mouvement et s'obstine à ne prononcer la plus courte syllabe. La cocaïne suivant la dose, suivant l'intervalle des prises, suivant les phases de son action laisse apparaître des manifestations très nombreuses. Si nous partons du cas habituel, le sujet en cherchant à supprimer sa douleur morale, entraîne en même temps l'état de stupeur le mieux caractérisé. A cet effet primitif succède un effet secondaire : l'intoxiqué en sortant de l'état de stupeur est impulsif et excité : il présente une activité de mauvais aloi; il n'est pas maître d'agir avec réflexion dans un but déterminé; il subit une impulsion plutôt qu'il ne dirige une action. Voilà la chaîne du rythme dans ce cas particulier : stupeur, irritabilité, stupeur, irritabilité, stupeur, irritabilité... Qu'il se produise des convulsions ou du délire, cela est fréquent chez des sujets prédisposés. Ne fait pas des convulsions et du délire qui veut, et quand il veut. Si l'intoxiqué est prédisposé la phase d'irritabilité se transformera assez vite en convulsion ou en délire. Si le sujet n'est pas prédisposé il résistera longtemps, mais suivant l'imprégnation chronique du toxique, suivant l'intervalle des prises et suivant les associations toxiques (le cocaïnomane ne dédaigne pas l'alcool et beaucoup d'autres choses encore), on pourra voir des accidents nombreux dont le catalogue est bien tenu dans le livre de H. W. Maier.

L'action stimulante de la cocaïne qui frappe les pharmacologistes s'observe dans la vie concrète dans deux cas qui peut-être se ramènent à un seul. Les savants sont restés fascinés par l'exemple des portefaix péruviens qui accomplissent des étapes très longues lorsqu'on leur donne des feuilles de coca. Je n'ai pas observé ces faits moi-même et je préfère ne pas les juger. Mais je me demande, s'ils ne se ramènent pas à un très intéressant phénomène de psycho-physiologie humaine. La manie de l'objectivité empêche encore aujourd'hui les médecins d'admettre l'existence des forces psychiques. Mes habitudes d'expérimentateur m'ont permis de noter plusieurs réactions qui démontrent l'influence indéniable de mécanismes psychiques. Je veux parler de mes observations sur le sentiment du besoin. Si l'habitude de priser la cocaïne est suspendue pendant un certain temps puis reprise, le besoin de cocaïne a acquis une grande intensité. L'action de la cocaïne, à ce moment précis où le besoin s'est intensifié, aura une action très particulière. Je me suis servi pour la mettre en évidence du test de la diurèse. Tandis que la cocaïne avait antérieurement diminué le taux de l'urine par minute, elle augmente le débit dans le cas de l'augmentation du tonus du besoin, s'il est permis de s'exprimer ainsi pour se faire bien comprendre. Le portefaix péruvien, aussi bien que le coolie chinois qui se jette avec voracité sur la dross, ressent une illumination. Finies les misères de la vie. Une bouffée de courage relève les forces de ces malheureux. Je ne tiens nullement à

1. René Porak : *Les Stupéfiants*. Gaston Doin, éditeur.
2. H.-W. Maier : *La Cocaïne*. Payot, éditeur, 1928.

cette hypothèse; la cocaïne en faible quantité dans les feuilles de coca agit peut-être autrement que l'aspiration de cocaïne pure?...

Reprenons le cas le plus fréquent et suivons avec plus de précision le rythme biologique des cocaïnomanes. Les alternances de stupeur et d'irritabilité, au début de la toxicomanie, sont bien tranchées et on peut étudier à loisir la psychophysiologie de la stupeur et de l'irritabilité. Je suis étonné de parcourir d'énormes volumes sur les stupéfiants et de ne pas constater le plus minime effort d'étudier des phénomènes aussi intéressants et aussi largement offerts dans les cliniques spécialisées. M'étant occupé incidemment de cette question, j'ai pu faire quelques petites observations. On répète couramment que la cocaïne supprime la soif et la faim. Cela est tout à fait inexact. Le rythme est changé : voilà tout. Sous le coup de la stupeur faim et soif peuvent disparaître mais dans la phase d'irritabilité soif et faim seront augmentées. Le rythme de la soif et celui de la faim sont même dissociés. Après la stupeur, le sujet aura d'abord soif et ensuite faim[1]. Lorsque la faim se trouve très reculée, le besoin de manger éclate avec une grande violence. C'est dans ces moments précis que j'ai pu décrire le mécanisme gastro-hydrique : le sujet a faim, il mange, il mange mais il ne boit pas, et le test de la diurèse montre une accélération brusque du débit de l'urine. Voilà un nouvel exemple de ces remarquables phénomènes psycho-physiologiques que les médecins se refusent à étudier.

Le rythme du sommeil met chez le cocaïnomane en relief deux stades qu'on refuse aussi d'étudier scientifiquement : le stade de l'endormement et le stade du réveil. Comme le cocaïnomane présente une chaîne ininterrompue de stupeur et d'irritabilité, il arrive surtout au début de la toxicomanie que l'irritabilité apparaisse dans la phase d'endormement et dans la phase de réveil. Le sujet se couche, il n'a pas bu depuis plusieurs heures; il est agacé, il ne peut dormir. Une crise de diurèse se déroule... Juste au moment où la crise diurétique cesse, commence une phase de dépression favorable au sommeil. Le sommeil est profond avec taux de l'urine très bas... Mais le réveil se fait de nouveau en état d'irritation et l'on voit (si on se donne la peine de recourir à l'expérimentation) que le choc du réveil par lui seul, sans mouvement, sans boissons, provoque une accélération brusque du débit urinaire.

Les médecins me répondront qu'ils sont trop occupés, pour perdre leur temps avec ces vétilles expérimentales. Je reconnais que le test de la diurèse est au-dessus de la portée des praticiens affairés. Mais l'étude du pouls et de la température offrirait un thème à l'expérimentation plus facile; mais il est aussi négligé. La vie normale est faite d'expansions neuro-motrices et de repos. Pendant le repos, le pouls et la respiration se calment très vite. Chez le toxicomane on peut suivre les méfaits du toxique en constatant l'impossibilité de calmer le pouls en un quart d'heure puis peu à peu en une et deux heures. Une surveillance expérimentale pourrait empêcher des accidents graves, notamment la syncope si fréquente.

La température a aussi été mal étudiée. Il y a des alternatives d'hyperthermie et d'hypothermie qui correspondent à l'irritabilité et à la dépression. Il y aurait un travail expérimental à poursuivre sur cette question. Les indications varient suivant les moments de la durée (voilà encore une question mieux étudiée par les anciens médecins que par les praticiens d'aujourd'hui). A titre d'exemple voici une observation facile à faire sur les indications du bain. Quand la température cutanée du cocaïnomane est basse, le bain chaud fait merveille, rétablit l'euphorie et accélère la diurèse. Si la température cutanée est élevée c'est le bain froid, qui améliorera l'agacement du malade et rétablira pour quelque temps l'eurythmie. Sur le bain et la température il circule, dans le monde médical, un certain nombre de clichés simples. Personne ne consent à recourir à l'expérimentation! En biologie, tout est compliqué, tout doit être étudié avec attention. La méthode expérimentale aiderait à soulager les patients.

En poursuivant la carrière du cocaïnomane, on constate que les phases d'irritabilité diminuent. Plus on s'adonne à la cocaïne plus les sursauts de l'élan vital se font rares; l'effondrement des forces psycho-physiologiques s'étale uniformément sur la route de la durée. Le plus léger effort occasionne l'affolement du pouls, une sueur profuse, en même temps que s'achève l'impression d'anéantissement la plus complète. A cette phase on observe le phénomène que j'ai dépeint par une métaphore osée : l'ankylose du débit urinaire. Que l'intoxiqué se réveille, boive plusieurs tasses de café, se baigne, se promène en automobile, rien ne peut changer le taux de l'urine par minute. Ah! si pourtant une influence mais une seule peut exhausser le débit de l'urine. Pour comprendre cette influence il faut encore revenir à la notion du sentiment du besoin. Le sujet en est arrivé au stade de l'asthénie permanente. Le besoin qui émerge constamment est le besoin du repos. Dès

1. On observe aussi un déplacement de ces sentiments avec l'ancienneté de la cocaïnomanie. Une soif inextinguible apparaît souvent pendant la stupeur chez d'anciens cocaïnomanes. Dans les limites qui nous sont offertes dans cette revue nous présentons un schéma général seulement.

que le malade s'allonge il éprouve aussitôt un soulagement à ses tourments; en même temps l'ankylose urinaire se détend et un cycle de diurèse se développe.

Brièvement je dirais encore un mot sur la Psychologie. Chaque individu peut progressivement s'élever dans la hiérarchie de l'activité. Or, à mesure que se développe l'intoxication par la cocaïne, aussi bien que par l'opium, le sujet descend un à un les échelons où il s'était élevé et bien entendu il renonce à ceux qui lui auraient été permis de gravir. Personne n'a mieux décrit cet état (désigné par les modernes soit rétrécissement du champ de la conscience, soit diminution de la synthèse mentale) que Baudelaire dans le tableau magistral qu'il a tracé du mangeur d'opium Thomas de Quincey. Mais ce syndrome est banal; il se retrouve dans la fatigue et dans tous les cas de faiblesses. Des descriptions plus intéressantes consisteraient à suivre de quelle manière, suivant telles ou telles particularités individuelles la stupeur et l'irritabilité neuro-musculaires se prolongent en accidents mentaux. La psycho-pathologie y gagnerait un précieux enseignement. L'intoxication volontaire nous offre une maladie expérimentale en somme très simple, étant formée d'une chaîne continue de dépression et d'irritabilité avec leurs épanouissements mentaux. L'occasion est précieuse car la vie normale est faite d'oscillations dans les sentiments d'aises dont l'étude formera la sémiologie dans un avenir plus ou moins lointain. L'étude des stupéfiants, en rattachant des sentiments plus simples que ceux du sujet normal aux manifestations mentales, serait une bonne préparation aux études de psycho-physiologie humaine qui tôt ou tard seront la base même de la Médecine.

Si nous nous élevons des individus aux sociétés et aux nations, nous pourrons faire quelques remarques générales :

1° Il y a des états faibles et des états forts. Voici ce que font les états forts : ils suppriment les stupéfiants sur leur territoire et ils essaient d'écouler leurs stocks de drogues sur les territoires voisins. C'est ce que réussit l'Empire du Japon [1]. En Chine, affaiblie par l'anarchie, la culture du pavot se fait ouvertement à Yunnanfou et les gouvernements éphémères y trouvent des ressources appréciables.

2° Il y a des fausses mesures. La colonisation impérialiste des nations européennes, au lieu de respecter les mœurs, supprime brusquement l'état existant. Or on voit ceci : les peuplades conquises n'abandonnent pas leurs vices mais y ajoutent les vices occidentaux. Le Polynésien boit encore le kawa mais il boit aussi l'alcool.

3° Il y a des mesures manquées : les Américains suppriment l'alcool et des cargaisons d'héroïne parviennent en contrebande sur le sol américain.

4° Il y a des mesures criminelles : nous introduisons de l'alcool en pays musulmans épargnés pendant des siècles par la sage loi de Mahomet pour alimenter notre budget. « Il est temps, a dit courageusement le général Bouffard, de chercher une autre solution pour alimenter le budget que l'intoxication systématique des populations des colonies! »

Le professeur Em. Perrot, dans un article documenté [1], montre la complexité de la situation économique actuelle. Il montre notamment qu'en Yougoslavie et en Anatolie les paysans seraient ruinés sans le pavot. Il faut agir simultanément dans tous les pays producteurs de stupéfiants et il faut fournir aux paysans, qui peuvent ainsi être privés de leur principal revenu, les moyens de cultiver autre chose sur leurs terres.

Quand la toxicomanie est répandue que faire pour sauver tant d'épaves? Nous pourrions imiter le Brésil où le Dr Galdino de Siquedra a obtenu la promulgation d'une loi créant des établissements spéciaux de cure. Ces établissements comprennent un service fermé d'internés judiciaires et un service ouvert. En entrant dans ce dernier, le malade est prévenu que toute cure commencée serait poursuivie jusqu'au bout avec, si besoin, conversion du séjour volontaire en internement d'office. Le Docteur Roger Dupouy [2] conseille en outre un service de surveillance médico-social comportant le retour périodique du toxicomane à la clinique et la visite à domicile de médecins ou d'assistantes sociales spécialisées.

Manière forte du Japon, combinaisons internationales du Professeur Perrot, thérapeutique des Drs Galdino de Siquedra et Dupouy resteront chez nous mesures incomplètes tant qu'on n'aura pas rétabli un idéal vigoureux comme celui de nos pères.

René Porak.

1. Jourdan : *Annales de Médecine et de Pharmacie coloniales*, t. XXVI, 1928.

1. *Bulletin des Sciences Pharmacologiques*, août-septembre 1931.

2. *Monde Médical*, 15 novembre 1929.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Bouligand (Georges), *Professeur à l'Université de Poitiers.* — **Introduction à la Géométrie infinitésimale directe.** — 1 *vol. de* 239 *p. avec fig. Vuibert, éditeur, Paris,* 1932 (*Prix : broché,* 36 *fr.*).

Il a constamment existé un rapport étroit entre l'état général de la science mathématique et la nature des figures étudiées par le géomètre. Le moyen âge n'a rien ajouté aux catalogues des figures de la science antique, mais l'algèbre et le calcul infinitésimal en ont permis une extension considérable.

Aux lignes et surfaces des Anciens, sont venues s'ajouter ainsi les variétés algébriques et les variétés analytiques. A partir de ce moment la géométrie infinitésimale a pu prendre son plein développement, développement qui a été accéléré par la naissance de la géométrie projective, l'introduction en géométrie de la notion de groupe, par la géométrie riemannienne et ses généralisations, qui ont donné, un moment, l'espoir de réduire toute la physique à la géométrie.

M. Bouligand a publié depuis plusieurs années des travaux remarquables sur la géométrie infinitésimale directe et a su aiguiller dans cette voie toute une équipe de jeunes chercheurs; c'est très heureux car le secteur de la géométrie infinitésimale contraste avec celui de la théorie des fonctions pour n'avoir encore concédé aux ensembles qu'une participation occasionnelle, et ce contraste s'accompagne d'une sorte de crise de la géométrie infinitésimale.

Cette crise bat son plein; elle s'annonçait d'ailleurs déjà au début de ce siècle, quand Darboux s'insurgeait contre l'horrible spectacle des surfaces non réglées applicables sur le plan.

M. Bouligand a donc pensé que le moment était venu de présenter aux mathématiciens non spécialisés un exposé didactique servant d'introduction à une nouvelle géométrie différentielle, libérée des restrictions que l'ancienne s'imposait pour des raisons de commodité. Mais il a aussi pensé qu'il convenait, pour l'instant, de se borner aux problèmes les plus classiques de la géométrie différentielle euclidienne : les notions de droite, de plan, etc... jouent donc ici leur rôle, car elles entrent dans l'élaboration des notions de contingents et de paratingents.

En un point A d'une ligne ou d'une surface, le contingent est formé de toutes les limites possibles d'une sécante A M lorsqu'on fait tendre le point M vers A. Le paratingent est formé de toutes les limites possibles d'une sécante M M' lorsqu'on fait tendre M et M' vers A. Il existe des contingents et des paratingents du deuxième ordre. Mais alors que les contingents et paratingents d'ordre supérieur n'ont été définis que dans le domaine de la géométrie euclidienne, il est montré que les notions des contingents et paratingents du premier ordre ressortissent, en réalité, à la topologie restreinte. Cela veut dire que si deux courbes ayant un point A en commun, ont même contingent ou même paratingent en ce point, il en sera de même pour les deux courbes qui se déduiront des deux premières, par une transformation ponctuelle continue et dérivable à jacobien non nul.

Ce sont les méthodes reposant sur la considération des contingents et des paratingents qui constituent pour M. Bouligand la géométrie infinitésimale directe. Le présent ouvrage a donc pour but un exposé systématique des parties de la théorie des ensembles appelée au rôle le plus essentiel de la reconstruction de la géométrie infinitésimale.

L'exposé général, loin d'écarter le lecteur des routes chères à Darboux, l'y ramène en l'invitant à reprendre dans un style nouveau, les problèmes des *Leçons sur la théorie des surfaces.* Une mine s'ouvrant aux chercheurs est ainsi mise à jour.

Le lecteur, sous la forme très vivante de l'exposé, sentira et partagera l'enthousiasme de l'auteur pour une science qui jouit du privilège d'être en pleine voie de transformation. Puisse ce livre, dit, en terminant sa préface M. Cartan, susciter de nombreuses vocations.

L. Potin.

*
**

De Montessus de Ballore (R.). — **La Méthode de corrélation.** — 1 *vol. de* 77 *pages de la* Collection Scientia, *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1932 *(Prix, broché :* 15 *francs).*

Dans toute science d'observation, on cherche constamment à établir des relations de cause à effet entre des phénomènes distincts. Mais la dépendance entre les phénomènes naturels est complexe; cependant il arrive qu'au premier coup d'œil on aperçoit qu'un phénomène A est en liaison étroite avec un phénomène B. Mais dans d'autres cas, il n'est pas évident qu'un phénomène B soit en relation avec le phénomène A. Cependant certains indices laissent pourtant supposer une relation de l'un à l'autre.

Pour décider s'il y a, ou s'il n'y a pas dépendance entre A et B, on a imaginé un procédé qu'on appelle « méthode de corrélation ».

Cette méthode est utilisée quand on ne dispose que d'un petit nombre d'observations, mettons 30 à 75. Si l'on en a moins de 20, elle donne des résultats illusoires; si l'on dépasse 75, les calculs sont très longs, et il faut s'efforcer de grouper les données et d'appliquer le calcul des probabilités.

M. de Montessus a déjà exposé dans la *Revue,* nos lecteurs s'en souviennent certainement (15 avril 1926) les grandes lignes de la corrélation; s'ap-

puyant sur la méthode des moindres carrés, il a donné des bases sûres à la théorie de la corrélation.

La corrélation donne une première vue sur la dépendance de deux phénomènes :

si $0{,}5 <$ coefficient de corrélation $< +1$,

ou $-0{,}5 >$ coefficient de corrélation > -1,

il y a lieu de poursuivre l'étude de la dépendance, mais par d'autres voies mathématiques.

Si $0 <$ coefficient de corrélation $< 0{,}5$,

ou $0 >$ coefficient de corrélation $> -0{,}5$,

la dépendance soupçonnée n'existe pas, la corrélation se suffit à elle-même.

Après avoir exposé la théorie de la corrélation, l'auteur a étudié quelques types de corrélation constituant des exemples numériques.

Les savants anglais et allemands se servent beaucoup de la corrélation, les français peu ou pas.

Le petit ouvrage de M. de Montessus répandra certainement l'emploi de la corrélation dans les milieux français intéressés.

L. P.

*
**

Perignon (J.). — **Théorie et technologie des engrenages. Tome I : Etude cinématique. Conventions usuelles. Etude dynamique.** — 1 *volume de* 278 *pages avec* 188 *figures. Dunod, éditeur, Paris*, 1932 (*Prix : broché*, 72 *francs*).

Les nombreux ouvrages où l'on parle d'engrenages sont de deux sortes : Ou bien, écrits par des théoriciens qui disent en excellents termes des choses justes, mais qui trouvent seulement dans les engrenages l'occasion d'illustrer des principes abstraits, ou bien œuvres d'hommes qui ont mis la main à la pâte et sont alors riches de renseignements utiles certes, mais d'une géométrie parfois hésitante.

Pour composer un traité d'engrenages, il faut aujourd'hui bien connaître en géométrie et en cinématique la théorie des enveloppes, des surfaces réglées, des mouvements relatifs et du roulement, etc... Savoir aussi le travail des métaux, la résistance des matériaux, et s'être documenté sérieusement sur toutes les inventions importantes faites depuis une quarantaine d'années.

La réunion de toutes ces conditions n'est guère commune s'agissant de joindre l'esprit géométrique au sens pratique... Mais il se trouve heureusement que M. Perignon est le right man de la question comme le pourra le contrôler lui-même le lecteur.

C'est parce que manquant de l'ensemble de ces conditions que les recherches de beaucoup d'auteurs sont restées à peu près stériles. La recherche du silence dans les boîtes de vitesse d'automobiles en est un exemple instructif. Les uns font appel aux engrenages rectifiés, d'autres, aux engrenages à denture intérieure, d'autres encore aux engrenages hélicoïdaux. D'autre part les ouvrages théoriques déclarent que le rendement ne dépend que du nombre de dents et du coefficient de frottement. Dans les ouvrages de technologie au contraire, on trouve de longues discussions sur la valeur optima de l'angle de pression de la longueur de conduite, de la position du cercle primitif, etc.

L'étude mathématique et rigoureuse de l'engrenage industriel, faite par M. Perignon met en pleine lumière cette question obscure et controversée. L'auteur complète celle-ci par des données puisées dans une connaissance approfondie du travail des métaux, des déformations des surfaces soumises à des pressions, et enfin des nombreuses inventions dans ce domaine.

Dans ce premier volume, après un rappel des notions de cinématique pure et l'exposition des principes qui s'appliquent à tous les engrenages, on trouve successivement étudiés les engrenages à axes parallèles, les engrenages à axes concourants, les engrenages gauches. Il existe théoriquement dans chacune de ces classes, une infinité d'engrenages possibles, et en fait le nombre des solutions tentées est considérable, et la liste n'en est probablement pas close. Cependant l'auteur ne semble pas avoir commis d'omission grave dans la description des engrenages actuellement retenus par la pratique industrielle. Chaque type d'engrenage est ici l'objet d'une étude : 1° quant à son principe géométrique et cinématique; 2° quant aux conventions spéciales adoptées pour son tracé; 3° au point de vue dynamique (frottement et pression).

Ce n'est que dans le volume suivant que les détails sur la réalisation effective de ces mécanismes seront donnés.

Les ingénieurs qui voudront donc posséder des engrenages une connaissance complète, tant au point de vue mathématique qu'au point de vue technologique devront incontestablement recourir à l'ouvrage de M. Perignon.

L. P.

2° Sciences physiques.

Fleury (P.). — **Etalons photométriques.** — 1 *vol. de* 122 *p. Vol. II de* l'Encyclopédie photométrique. *Revue d'Optique théorique et instrumentale, éditeur, Paris*, 1932 (*Prix : relié*, 25 *fr.*).

A la base de toute science se trouve un système d'unités, dérivant d'un certain nombre d'unités fondamentales, qui doivent être définies avec précision, soit en partant d'un phénomène naturel, soit au moyen d'étalons matériels invariables.

Les problèmes que pose cette réalisation des étalons, sont résolus d'une manière satisfaisante pour les unités de mesures géométriques, mécaniques, électriques; mais les choses sont loin d'être aussi avancées pour l'étalon photométrique, et il n'y a pas lieu d'en être surpris.

Cependant, le développement considérable de la technique de l'éclairage a donné une importance croissante aux mesures photométriques. Aussi a-t-il paru utile de faire place, dans le plan général de l'Encyclopédie photométrique, à une étude détaillée des divers étalons de lumière.

Ici l'auteur s'est spécialement occupé de ceux destinés à la photographie visuelle, sans pourtant négliger d'indiquer les services qu'ils ont pu rendre dans les autres branches de la photométrie et dans les sciences connexes (sensitométrie, pyrométrie optique).

Après examen des principales qualités exigibles d'un étalon d'intensité lumineuse, l'auteur a passé en revue, rapidement, les diverses sources successivement employées pour déterminer la « bougie » (chapitre I).

Il a ensuite discuté en détail les conditions d'emploi des anciens étalons à flammes (chapitre II) et surtout celles des lampes électriques à filaments incandescents qui servent actuellement à conserver l'unité d'intensité lumineuse (chapitre III).

La fin de l'ouvrage est consacrée aux problèmes de l'étalon primaire de lumière : l'emploi d'un groupe de lampes à filament de carbone ne peut en fournir qu'une solution provisoire; celui d'une surface de platine incandescent ou d'un arc électrique (chapitre IV) a dû être abandonné. Les propriétés du corps noir, tel que l'a défini Kirchoff, semblent, au contraire, très favorables pour son utilisation comme source étalon de rayonnement. Le chapitre V expose les principales méthodes mises en œuvre à cet effet.

On trouvera donc dans ce livre un exposé clair et complet des étalons photométriques, s'adressant non seulement aux personnes s'occupant des mesures photométriques, mais aussi à tous les physiciens. Ceux-ci ne pourront manquer d'être intéressés par cet exemple difficile de choix d'un étalon de mesure, et par l'exposé des recherches qui restent à faire pour l'amener à la perfection, tandis que les techniciens de la photométrie apprendront d'une manière pratique, comment il faut utiliser l'étalon.

L. P.

⁂

Sainte-Laguë (A.). — **Probabilités et Morphologie.** — 1 *broch. de* 32 *p.* — J. L. Destouches : **Etat actuel de la théorie du Neutron.** — 1 *broch. de* 68 *p.* — N. Maninescu : **Influence des facteurs électriques sur la végétation.** — 1 *broch. de* 28 *p. de la collection des* Actualités scientifiques et industrielles. *Hermann et Cie, éditeurs, Paris,* 1932.

I. — M. Sainte-Laguë a fait au Collège de France, en avril et mai 1931, une série de quatre conférences, sur les applications des mathématiques à la morphologie et à la similitude mécanique, et dans les mêmes conditions, en 1932, quatre autres sur quelques applications des mathématiques à l'étude des êtres vivants.

Il se borne, ici, à suivre, d'une façon assez étroite, le texte d'une de ses conférences de mai 1931, en examinant d'un peu près les emplois que l'on peut songer à faire du calcul des probabilités pour les études de morphologie, en considérant d'abord les cas d'êtres au repos, puis ensuite, d'êtres en mouvement.

II. — Mme I. Curie et M. Joliot ont exposé, dans le fascicule 2 des exposés de physique théorique de cette collection, que leurs recherches les avaient amenés à affirmer l'existence des neutrons, dont la conception fut édifiée il y a douze ans par Rutherford.

Il s'agit là d'un des éléments primordiaux de la structure du noyau, et sa découverte a marqué une nouvelle orientation sur la constitution nucléaire des atomes, leurs caractéristiques, leurs désintégrations. La théorie peut-elle donner des indications sur la nature et les propriétés des neutrons? Pas beaucoup actuellement; mais il était intéressant de dresser une suite de tableaux des tentatives faites sur le neutron, et de ce qu'il paraît possible d'attendre à son sujet. M. Destouches a mené à bien ce travail, dans le présent fascicule. Outre un exposé historique et critique, on y trouvera des formules précises pour représenter le passage des neutrons à travers la matière.

III. — Lorsqu'on met en contact une solution ionique avec une surface solide quelconque, il se produit une électrisation de contact, localisée; dans un ensemble de tubes capillaires remplis d'une telle solution, les tubes se chargent positivement alors que la veine liquide retient les charges négatives. En appliquant une différence de potentiel aux extrémités du système, on provoque un déplacement du liquide; en renversant l'orientation du potentiel appliqué, le flux du liquide dans les capillaires, change de direction. C'est le phénomène de l'osmose électrique, connu depuis Helmholtz. De même, en provoquant un passage forcé de la solution à travers les tubes, on obtient aux extrémités une différence de potentiel dite de filtration, ou électrocinétique. Ces deux phénomènes sont donc réversibles.

Dans ce fascicule, l'auteur se propose de montrer que, par l'intermédiaire d'un potentiel de contact entre la sève et les parois des tubes ligneux, le végétal est électriquement subordonné au milieu ambiant.

Dans la nature les phénomènes électriques extérieurs sont aussi importants dans la vie végétale, que la température et l'humidité.

L. P.

3° Sciences médicales.

Danielopolu (D.). — **La Pratique médicale illustrée.** — *Doin, éditeur.*

La conception de Danielopolu est intéressante parce qu'elle montre la continuité du système sympathique, assurant l'interrelation entre tous les organes. Le fonctionnement du système nerveux de la vie végétative a même des retentissements dans le système nerveux de la vie de relation! Ainsi tout est bien lié dans notre organisme. Danielopolu critique la conception simpliste d'Eppinger et Hess sur la sympathicotonie et la vagotonie, qui pendant une courte période, servit à nous expliquer l'origine de plusieurs maladies. Les deux domaines du système

nerveux végétatif (sympathique et parasympathique) sont inséparables l'un de l'autre. L'amphotonie, atteinte simultanée de ces deux catégories de nerfs serait le syndrome le plus fréquent.

L'amphotonie à elle seule ne crée pas une maladie. Il faut en plus, une lésion locale d'un organe déterminé. Voici un exemple :

« Dans toutes les formes d'hypertension il existe un facteur local dans les petits vaisseaux qui augmente leur tonus et par conséquent entretient une vaso-constriction périphérique exagérée. Ce phénomènne est le *primum movens* qui augmente la pression sanguine. L'état de distension exagérée de la zone réflexogène cardio-aortique et sino-carotidienne entretient d'une manière réflexe un tonus exagéré tant du groupe sympathique que du groupe parasympathique. Mais l'influx centrifuge amphotrope, suivant la loi des prédominances, prédomine sur le groupe excitateur parce que, par le fait de la lésion locale, les propriétés fondamentales de leur paroi sont exagérées. Cet influx entretient une vaso-constriction exagérée, laquelle à son tour entretient l'hypertension.. Il s'ajoute en outre le mécanisme du cercle secondaire qui agit par les substances à action végétative, provoquées par l'excitation du système nerveux végétatif. Les substances à action végétative sécrétées par les organes et déversées dans le sang auront une action prédominante sur le sympathique. »

Voilà un bel exemple du cercle vicieux, le meilleur signe des dérythmies!... Ulcère gastrique, angine de poitrine, asthme sont dus à des cercles vicieux analogues mais toujours la maladie a son point de départ dans une lésion locale.

L'auteur a imaginé des méthodes et des inscriptions expérimentales ingénieuses. Mais il accorde trop de confiance aux épreuves pharmacodynamiques. Je ne puis souscrire aux résultats qu'il vante dans l'épreuve de l'atropine associée à l'orthostatisme. En pratiquant une épreuve on s'écarte du domaine biologique normal et naturel. Quant à l'orthostatisme il détermine des effets totalement différents d'un moment à l'autre chez un même individu. Pour comprendre quelque chose aux variations du pouls il faut s'engager dans l'étude biologique des rythmes, et le pouls est une des dernières modalités fonctionnelles à choisir pour un débutant car son étude est particulièrement complexe.

René Porak.

4° Art de l'Ingénieur.

De Leeuw (H.). — **Les Soies artificielles. Technologie chimique et physique.** — 1 *vol. in*-8° *raisin de* 451 *p., avec* 337 *fig. Béranger, éditeur, Paris,* 1932 (*Prix : relié,* 120 *fr.*).

L'industrie de la soie artificielle, après avoir pris un développement prodigieux, tend actuellement à se stabiliser, son extension étant provisoirement interrompue, et les procédés de fabrication se rapprochant d'une standardisation.. Une documentation importante a écarté les voiles, et il ne reste plus grand'chose des secrets qu'on gardait jalousement.

D'empirique à ses débuts, cette industrie est passée maintenant, dans le stade scientifique et stimulés par la concurrence les industriels n'ont pas tardé à découvrir les conditions de production les plus rationnelles. Le moment est venu de faire le point, et d'exposer, sous une forme condensée, les progrès réalisés par une industrie qui, née en France, s'était laissée un moment distancer par l'étranger.

Tous les procédés et les appareils n'ont, évidemment, pas été décrits ici; certains d'entre eux ne présentant tout au plus, qu'un intérêt historique. Il a fallu faire un choix à l'aide de nombreux conseils et d'une documentation étendue. Ni l'une ni les autres n'ont manqué à l'auteur.

L'auteur n'a pas cru devoir supprimer dans son ouvrage toutes considérations économiques et financières bien qu'elles perdent un peu de leur importance, par suite de leur rapide évolution. Aussi a-t-il réduit ce sujet à l'essentiel et dans un esprit tel qu'il puisse servir d'exemple de la façon de traiter cette question.

Cet ouvrage a sa place marquée dans les fastes de la chimie industrielle organique, et figurera dans la bibliothèque du savant qui suit pas à pas les progrès de la chimie appliquée, comme aussi dans celle du spécialiste soucieux de connaître les étapes parcourues.

Ingénieurs-chimistes, industriels-fabricants, spécialisés dans la question seront certainement reconnaissants à l'auteur de la tâche aride qu'il s'est imposée en rédigeant cet ouvrage appelé à rendre les plus grands services.

L. P.

*
**

Lamirand (Georges). — **Le Rôle social de l'Ingénieur.** — 1 *vol. de* 258 *p., Desclée et Cie, éditeurs, Paris,* 1932 (*Prix :* 12 *francs*).

Beaucoup de lecteurs de la *Revue* sont des ingénieurs distingués, mais s'ils se considèrent comme de purs techniciens ils n'ont nul besoin d'ouvrir ce livre.

Si au contraire ils estiment que l'ingénieur a un rôle à remplir nous leur dirons : lisez-le.

L'ouvrage a été préfacé par le Maréchal Lyautey qui nous dit que « le livre est l'œuvre d'un homme qui sait ce dont il parle pour l'avoir pratiqué et personnifié ».

M. Lamirand marque nettement que si l'ingénieur a un rôle social à jouer il doit, nous dit-il, d'abord et avant tout, faire son métier de technicien. Il cite à ce propos un mot d'un maître de forge « la sidérurgie est l'art de transformer du du minerai de fer en billets de banque », et nous pouvons, sans crainte, généraliser et dire que « l'industrie est l'art de transformer les matières premières en billets de banque ». Ce n'est pas une simple boutade. Mais technicien ne veut pas dire savant, et l'ingénieur d'usine doit laisser à d'au

tres le soin de la découverte. Le but qu'il poursuit est le prix de revient minimum. Cette préoccupation dominante empêche l'ingénieur de faire du sentiment dans son service. Ainsi pas plus dans la conduite des hommes que dans l'emploi des machines l'ingénieur ne s'amuse avec le rêve. Le lui signifier ne peut pourtant lui interdire tout idéalisme, lui refuser tout rôle social.

Quant on parle du rôle social de l'ingénieur, il ne faut pas isoler certaines formes de son activité; il est social dans l'exercice intégral de sa profession. L'auteur donne quelques conseils aux ingénieurs qui passent sans transition de l'école à l'usine : posséder à fond la technique de son atelier; améliorer le rendement de celui-ci, se préoccuper de ce qui se passe ailleurs; ne pas se laisser hypnotiser par des problèmes techniques.

Viennent ensuite d'excellents principes sur l'art de commander et on trouvera à ce sujet de fines remarques sur les procédés dont il convient d'user, selon leur âge, vis-à-vis des contremaîtres.

Mais l'objet essentiel du livre de M. Lamirand est de montrer le rôle que doit jouer l'ingénieur entre le capital et le travail et le problème à résoudre, écrit-il, pourrait être mis sous la forme de l'équation que voici : capital + travail = dividende maxima + travailleur satisfait le signe « plus » marquant la liaison entre le capital et le travail et la coordination de ces deux puissances.

En remplissant cette fonction d'agent de liaison l'ingénieur restera toujours loyal vis-à-vis de son patron, ce qui n'empêche pas l'ingénieur conscient de son rôle de ne laisser échapper aucune occasion de se dévouer à ses ouvriers et de gagner leur confiance.

C'est un dur métier que le métier d'ingénieur, écrit M. Lamirand, et il ne laisse aucune illusion à ses jeunes camarades. Mais aux heures d'épreuves que l'ingénieur connaîtra, M. Lamirand oppose des heures de plénitude : grandeur du spectacle de l'usine en marche, joie de l'action rapide, etc...

Cependant, malgré ces riches compensations, M. Lamirand croit devoir prévenir les familles de ne pas vouloir faire de leurs fils des ingénieurs, parce qu'ils réussissent assez facilement les constructions d'un Mécano... Il demande à ses jeunes camarades de mesurer leur force de caractère avant de s'engager sur cette voie ardue. Il ne leur conseille pas seulement d'ajouter à leur instruction technique une formation sociale, il attend d'eux une véritable vocation.

Le volume de M. Lamirand suscitera sans doute de telles vocations; en tous cas comme dit M. Guillet « puisse ce livre être au chevet de tous ceux qui sont appelés à commander des ouvriers. »

L. Potin.

5° Géographie.

Driencourt (L.) et **Laborde** (J.). — **Traité des Projections des Cartes géographiques.** — *4 fasc de respectivement 244, 337, 155 et 394 p. avec fig. et pl. hors texte. Hermann et Cie, éditeurs, Paris, 1932.*

Ce traité des projections a été entrepris par M. Driencourt, à la demande du Service géographique de l'Armée, pour remplacer le *Traité des projections des cartes géographiques* de Germain, qui date de 1865, et le *Mémoire sur la représentation des surfaces* de Tissot, paru en 1881, depuis longtemps tous les deux épuisés, et pour y joindre une question importante laissée de côté par ces deux auteurs et étudiée depuis par M. Courtier : celle de l'emploi des coordonnées rectangulaires dans les calculs de triangulation.

Ce travail était terminé lorsque M. Driencourt reçut du Service géographique de l'Armée, le premier des Cahiers du Service géographique de Madagascar, intitulé *La nouvelle projection du Service géographique de Madagascar* du chef d'escadron Laborde.

M. Driencourt estima que l'ouvrage en préparation ne serait pas complet pour l'époque à laquelle il devait paraître, s'il ne faisait une large place aux considérations si originales et nouvelles sur lesquelles le Commandant Laborde s'était basé pour le choix de la nouvelle projection rigoureusement conforme s'étendant à l'île de Madagascar tout entière. C'est ce qui explique le retard apporté à la publication du présent ouvrage.

Cet ouvrage fondamental se distingue tant par son ampleur que par les développements inédits qu'il renferme; pour les cartographes, le nouveau traité remplacera avantageusement les deux ouvrages classiques de Germain et de Tissot, et les géodésiens trouveront ici, pour la première fois, un exposé complet du vaste problème de l'emploi des coordonnées rectangulaires.

L'ouvrage est divisé en quatre fascicules. Les fascicules 1 et 2, rédigés par M. Driencourt, sont plus particulièrement destinés aux cartographes. La deuxième partie, plus spécialement composée à l'usage des géodésiens, comprend le fascicule 3, dû à M. Driencourt et le fascicule 4, rédigé par M. Laborde.

Le fascicule 1 est consacré à la théorie générale des projections; il comprend deux chapitres, dont le premier, comme le premier chapitre du Mémoire de Tissot, traite de la loi de la déformation et des propriétés générales qui en découlent pour les projections, mais ne considère que le seul cas intéressant pour la pratique, celui de la représentation d'une surface de révolution sur un plan. La méthode employée est la méthode analytique.

La belle démonstration géométrique donnée par Tissot de la loi formulée par lui et qui domine toute la théorie des projections, a été reproduite à la fin du fascicule.

Le chapitre II donne la partie du Mémoire de Tissot intitulée « Complément », dans laquelle sont données, avec une classification des projections basée sur la nature des lignes du canevas, les for-

mules pour le calcul des altérations des divers modes de projections des cartes.

Le fascicule 2, qui expose la question du choix d'une projection pour les cartes à diverses échelles, la construction et le mode d'emploi des systèmes actuellement utilisés ou pouvant l'être, est une refonte, sur un plan nouveau, des parties correspondantes du Traité de Germain et du Mémoire de Tissot. Il est divisé en trois chapitres consacrés respectivement au mode de projections destinées à la représentation de la surface entière du globe sur une ou deux cartes, au mode de projections à employer pour les cartes de portions du globe moindres qu'un hémisphère, et enfin à la recherche du système de projections le mieux approprié à la représentation d'une contrée déterminée.

Ce dernier chapitre reproduit avec de légères modifications la partie maîtresse de l'ouvrage de Tissot. Ce fascicule comprend de nombreuses tables numériques et 9 planches hors texte, contenant 32 canevas de projection.

Avec le fascicule 3, rédigé comme les deux précédents par M. Driencourt, commence la deuxième partie du Traité, consacrée à l'étude des projections au point de vue de leur emploi en géodésie. Ce fascicule est le développement du Mémoire de l'ingénieur hydrographe en chef Courtier, paru dans les *Annales hydrographiques* de 1912. Il se borne à l'étude des projections limitées au troisième ordre dans les formules de changement des coordonnées, mais alors que M. Courtier avait en vue l'emploi de ces projections en hydrographie, Driencourt a surtout envisagé leur emploi dans les levés terrestres.

Ce fascicule étudie en particulier et d'une façon complète, l'emploi de la projection conique conforme de Lambert, adoptée en 1920 par le Service géographique de l'Armée.

Le fascicule 4, qui est dû au Commandant Laborde est entièrement consacré aux projections rigoureusement conformes, et à leurs applications géodésiques; les chapitres I, II et III renferment la théorie très complète, et en partie originale, de la représentation conforme, en même temps qu'un certain nombre de résultats inédits. Les chapitres IV et V exposent d'une façon générale le problème de l'emploi géodésique des projections conformes, problème dont le fascicule 3 avait donné une solution particulière, applicable seulement à des champs restreints. L'auteur de ce 4e fascicule étudie les systèmes plans réunissant les conditions suivantes : champ d'application très étendu; adaptation parfaite à la forme de ce champ; possibilité de calculer aisément en coordonnées rectangulaires les triangulations de premier ordre les plus précises. Cet important résultat qui n'avait pas encore été obtenu et qui l'est ici d'une façon complète est dû à l'emploi des projections rigoureusement conformes, et non plus définies par des développements en séries, et d'autre part par la mise au point des formules de correction précises.

Le chapitre VI est consacré à un exemple réel : la projection du service géographique de Madagascar adoptée par l'auteur en 1926 et employée depuis lors.

Cet ouvrage capital, qui fera autorité près des cartographes et des géodésiens, a été édité par la Maison Hermann dans des conditions qui rappellent la meilleure facture d'avant-guerre.

L. P.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DE MÉDECINE DE PARIS

Séance du 31 Mai 1932.

A propos du procès-verbal. — M. **Cl. Regaud** : Sur le traitement des cancers cervico-utérins.

Correspondance officielle. — M. **le Ministre de la Santé publique** : Affections épidémiques. — M. **le Préfet du Puy-de-Dôme** : Envoi du Rapport annuel de M. l'Inspecteur de l'Assistance Publique sur le Service de la Protection des enfants du premier âge pour l'année 1931.

Correspondance non officielle. — Invitation à l'Académie de se faire représenter à Montbéliard au centenaire de la mort de Cuvier. **M. le Président** est délégué. — Envoi d'un vœu de la Société de Géographie commerciale concernant la question de l'alimentation aux colonies.

Nomination d'une Commission. — MM. **Barrier, Delezenne, Dopter, Labbé, Lapicque, Marchoux** et **Lesné** sont désignés pour l'étude du vœu présenté par la Société de Géographie commerciale.

Présentations d'ouvrages imprimés. — MM. le Prof. **Gougerot** et le Dr **L. Brodier** : *L'hôpital Saint-Louis et la clinique d'Alfred Fournier.* — MM. le prof. **Lereboullet** et les Drs **F. Saint-Girons** et **A. Zuber** : *Manuel de puériculture.* — MM. les Drs **Soulié** et **Picard** : *Hygiène et Pathologie nord-africaines.*

Nécrologie. — M. **Brocq-Rousseu** : Notice nécrologique sur **M. Gratia**, correspondant étranger.

Rapports. — M. **Rabais** : Sur une demande d'autorisation de fabriquer et de mettre en vente une solution injectable. — M. **Meillère** : Sur des demandes en autorisation de sources hydrominérales.

Communications. — M. **Emile Sergent** : Réactivation des foyers tuberculeux latents et bacilles de « Koch de sortie ». Discussion : M. **Léon Bernard**. — M. **Dopter** : Essais d'application dans l'armée de la méthode simplifiée de vaccination antidiphtérique. — MM. **P. Remlinger** et **J. Bailly** : L'alcoolisme expérimental ne s'oppose pas à l'établissement de l'immunité antirabique.

Lectures. — M. **D. Santenoise** : Mise en évidence et isolement de la vagotonine. — MM. **Charles Dubois** et **Noël Sollier** : Sur deux cas de fièvre ondulante d'origine bovine observés dans le Gard et dans la Haute-Garonne. — M. **Henri-Roger** : Un cas de polynévrite consécutive à l'ingestion d'apiol.

Séance du 7 juin 1932.

Correspondance non officielle. — M. **Netter** : Des polynévrites consécutives à l'ingestion de préparations d'apiol et liées à la présence d'un éther triorthocrésyl. phosphorique. Mesures à prendre pour prévenir ces intoxications. — MM. **Netter, Camus** et **Tiffeneau** sont désignés pour faire partie d'une Commission. — M. **J.-L. Faure** : Sur le traitement des cancers cervico-utérins.

Correspondance officielle. — M. **le Ministre de la Santé publique** : Affections épidémiques. Rapports et relevés des Services de vaccination en 1931 dans douze départements. Demande d'autorisation pour l'exploitation des sources minérales. Demandes d'autorisation pour la préparation et la mise en vente de vaccins. — M. **le Ministre de la Guerre** : Envoi d'une brochure : Aperçu statistique sur l'évolution de la morbidité et de la mortalité générales dans l'armée et sur l'évolution de la morbidité et de la mortalité particulières à certaines maladies contagieuses de 1862 jusqu'à nos jours. — M. **le Préfet de la Marne** : Envoi d'un rapport sur le Service de l'Hygiène de l'enfance dans son département pour l'année 1931.

Correspondance non officielle. — M. le Dr **Gorini**, de Milan : Candidature au titre de correspondant étranger dans la cinquième division. — M. le Dr **H. Pelon** : 1° Les thermes de Luchon à travers l'histoire ; 2° Les indications des cures hydrominérales dans les maladies chroniques de l'appareil respiratoire. — **La Fondation Carnegie** demande à l'Académie de désigner un membre pour la représenter à la Fondation.

Commémoration du centenaire de la mort de Sérullas. Allocution de **M. le Président**.

Présentations d'ouvrages manuscrits et imprimés. — **M. Roux**, au nom de l'Institut Pasteur, remet à l'Académie un volume sur : *La vaccination préventive de la tuberculose de l'homme et des animaux par le B. C. G.* — MM. **M. Martiny, H. Prétet** et **A. Berné** : La spécificité biologique (anaphylaxie, immunité, hérédité).

Communications. — MM. **Pierre Delbet** et **Pierre Cartier** : Pathogénie de certains épanchements articulaires. — M. **Henri Claude** : Les aliénés en liberté. — MM. **Strauss, Souques, Balthazard, Guillain, Brouardel, Dumas** et **Claude** sont désignés pour faire partie d'une Commission. — **M. C. Levaditi**, Mlle **R. Schoen** et M. **J.-G. Mezger** : Etude morphologique du virus rabique.

Lectures. — MM. **F. Dumarest** et **H. Mollard** : Sur une méthode capable d'augmenter la tolérance des tuberculeux pulmonaires à l'égard des sels d'or. — MM. **G. Mouriquand, A. Leulier, M. Bernheim** et Mlle **Weill** : Recherches sur les fixateurs du calcium. Uvio-sensibilité et uviorésistance. — MM. le Prof. **G. Carrière** et **Martin** : De l'utilisation du violet de gentiane dans les infections sanguines.

Séance du 21 Juin 1932.

Correspondance officielle. — M. **le Ministre de la Santé publique** : Affections épidémiques. Rapports sur les épidémies, en 1931, dans 40 départements. Rapports et relevés des Services de vaccination concernant l'année 1931 dans 5 départements. Désignation d'un membre de l'Académie pour la représenter à la Caisse des Recherches scientifiques. M. **Achard** est désigné.

Correspondance non officielle. — M. le Dr **Perrier**, de Nîmes : Envoi de documents et de photographies destinés

à être annexés à son ouvrage *Les criminels*. — M. le Dr **Delobel** : Envoi de deux rapports concernant le Service de la Protection des enfants du premier âge. — M. le Dr **Forestier** : Envoi d'une série de publications concernant les affections traitées à Aix-les-Bains. — M. le Dr **Henri Fischer** : Envoi d'un travail intitulé : *Considérations sur la fièvre typhoïde*. — Envoi par l' « Œuvre du Placement familial des Tout-Petits » du procès-verbal de sa XIe assemblée générale.

Nécrologie. — Décès de MM. **Keen**, de Philadelphie et **Pagliani**, de Turin.

Présentations d'ouvrages manuscrits ou imprimés. — M. **Lacroix** : Envoi de copies de plusieurs lettres adressées à **Cuvier**. — M. le Prof. **Loeper** : *Thérapeutique médicale*. — Rapports présentés au cours de réunions à l'occasion du centenaire d'**Alfred Fournier**.

Lectures. — MM. **C. Scriban** et **D. Faulian** : Sur l'histopathologie des sympathies primitives et surtout de la myopathie pseudo-hypertrophique. — MM. **Brindeau, Pierre Cartier et Pougin** : Sur la présence du virus tuberculeux dans le liquide amniotique. — M. **D. Santenoise** et **H. Penau** : Sur la préparation de la vagotonine. — M. **Maurice Villaret** : Quelques précisions sur la pression veineuse. — MM. **P. Armand-Delille, M. Bespaloff** et **Ch. Lestocquoy** : Recherches sur la digestion des farines chez les nourrissons. — M. **Marcel Chaton** : De l'intérêt très particulier de l'étude des maisons à cancer et de la manière dont on pourrait y procéder.

Séance du 28 Juin 1932.

A propos du procès-verbal. — M. **Ch. Fiessinger** : Les maisons à cancer.

Correspondance officielle. — M. **le Ministre de la Santé publique** : Affections épidémiques. Demandes d'autorisation pour la préparation et la mise en vente de vaccins et de divers produits injectables. Demande de la Cie de la Source Perrier en vue d'être déclarée d'utilité publique. Désignation du représentant de l'Académie à la Commission permanente des Stations hydrominérales et climatiques. — M. **le Ministre de l'Éducation nationale** demande à l'Académie de désigner ou de renouveler les pouvoirs de son représentant à la Caisse des Recherches scientifiques.

Correspondance non officielle. — Invitation à l'Académie par la Société française d'Ophtalmologie de se faire représenter au Cinquantième anniversaire de sa fondation. — M. **Sendrail** : Lettre de candidature au titre de Correspondant national dans la cinquième division (médecine vétérinaire). — MM. les Drs **Corone** et **Camescasse** : Envoi de divers travaux en vue de concourir aux récompenses décernées en fin d'année.

Fêtes du 14 juillet. — Suppression de la séance du mardi 12 juillet.

Présentations d'ouvrages imprimés. — M. **Babonneix** : 1° *Actualités infantiles* ; 2° *Traité de Thérapeutique infantile*.

Nécrologie. — M. **Henri Hartmann** : Notice nécrologique sur **William Williams Keen**.

Rapport. — M. **Radais** : Sur des demandes d'autorisation pour la préparation de vaccins et produits analogues.

Présentation d'appareil. — M. **P. Portier** : Présentation d'un appareil de respiration artificielle thoraco-abdominale du Dr Louis Chéron.

Lectures. — M. le Dr **P.-F. Armand-Delille** : L'emploi de la morphine chez l'enfant, particulièrement avant l'anesthésie chirurgicale. — MM. **G. Yoannovitch** et **X. Chahovitch** : Le traitement des tumeurs par le venin des abeilles.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Avril 1932.

Mme **Irène Curie** et M. **F. Joliot** : *Phénomène de projection de noyaux légers par un rayonnement très pénétrant. Hypothèse du neutron*. Les auteurs ont vérifié, par la méthode d'ionisation, les résultats de Bothe et Becker, qui avaient montré que les rayons α du polonium excitent, dans certains atomes légers (Be, B, Li), des rayonnements extrêmement pénétrants, d'origine nucléaire, qu'ils supposèrent de nature électromagnétique. Les auteurs ont étudié les effets de ces rayonnements sur la matière, en plaçant des écrans de matières diverses (Al, C, Pb, Cu, cellophane, paraffine) entre la chambre et une source de Po + Be (glucinium irradié par les rayons α du polonium). Avec les deux derniers corps, on constate la production d'un rayonnement H de parcours maximum environ 28 cm. dans l'air, résultant de la projection de noyaux d'hydrogène par les rayons excités dans le glucinium. Le rayonnement émis par le bore présente le même phénomène : les rayons H projetés ont un parcours de 8 cm. environ. En mettant de l'hélium dans la chambre, il y a projection de noyaux d'hélium ; ce phénomène de projection paraît tout à fait général. Au moyen d'un appareil Wilson, les auteurs ont pu photographier les noyaux projetés et déterminer leur énergie. L'interprétation de ces expériences présente des difficultés. On peut penser que le rayonnement Po + Be ou Po + B, supposé de nature électromagnétique, projette des noyaux par choc élastique conformément aux formules de l'effet Compton pour les électrons ; mais il faudrait admettre pour ce rayonnement des énergies beaucoup trop grandes, et cette hypothèse n'explique pas non plus la fréquence extrêmement grande du phénomène de projection des noyaux. Les auteurs sont ainsi conduits à admettre une autre explications proposée par Chadwick, d'après lequel le rayonnement émis par le glucinium est constitué par des neutrons, corpuscules de masse 1 et de charge 0, qui ont déjà été envisagés par divers savants comme constituants du noyau. Ces neutrons, d'énergie 4,7 millions d'électrons-volts, comme les protons qu'ils peuvent projeter, seraient expulsés par un noyau de Be lors de la capture d'une particule α, selon la formule $Be_9 + \alpha = C_{12} + \text{neutron}$; le bilan énergétique de cette réaction, en tenant compte de l'énergie de liaison, donne une valeur convenable pour l'énergie du neutron. Le bore peut émettre des neutrons d'énergie maximum 2,6 millions de volts suivant la réaction nucléaire : $B_{11} + \alpha = N_{14} + \text{neutron}$. Enfin, l'étude détaillée de la courbe d'absorption du rayonnement Po + Be dans le plomb a montré la complexité et la dissymétrie de ce rayonnement. Celui-

ci comprendrait : 1° un rayonnement γ d'énergie quantique maximum de l'ordre de 4,5 millions de volts, dont on observe les électrons de choc dans l'appareil Wilson ; 2° un rayonnement de neutrons d'énergie maximum 4,7 millions de volt, s'absorbant principalement par projection des noyaux d'atomes ; 3° une très petite proportion de rayonnement d'énergie quantique très élevée, donnant des électrons de choc d'énergie supérieure à 5 millions de volts, et pouvant résulter de la réaction nucléaire : $Be + \alpha = C_{13} + \gamma$; 4° un rayonnement secondaire des neutrons, probablement de nature électromagnétique, qui produit une partie des électrons observés dans l'appareil Wilson, en particulier ceux qui sont émis vers l'arrière. Ainsi le phénomène de projection des atomes par les rayons pénétrants excités dans le glucinium et dans le bore offre le premier appui solide à l'hypothèse de l'existence du neutron. — MM. **A. Jobin** et **G. Yvon** : *Spectrographe en quartz avec nouvel objectif anastigmat à champ plan et dispositif à polarisatson pour spectrophotométrie dans l'ultra violet.* — M. **P. Chevenard** : *Pyromètres industriels à dilatation.* L'auteur présente deux modèles d'appareil de ce genre, dont les deux éléments sont la silice fondue et le *pyros*, alliage nickel-chrome-tungstène étudié pour cet usage. Les appareils sont simples, robustes, indéréglables, peu coûteux, utilisables jusqu'à 1.000°, assez sensibles et assez précis pour les besoins de la pratique. Ils se prêtent au contrôle de la température des chaudières, des gazogènes, des fours de traitement, etc...

L. B.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

1er *Semestre* 1932 (*suite*)

MM. **C. Levaditi** et **N. Constantinesco** : *Etudes chimiothérapiques à l'aide des cultures cellulaires : Atoxyl et Trypanotoxyl.* Le trypanotoxyl, préparé en soumettant l'atoxyl à l'action réductrice des organes, en particulier du foie, empêche le développement des cultures cellulaires *in vitro* (embryons de poulet) presque au même titre qu'il détruit les Trypanosomes ou qu'il immobilise les spermatozoïdes. — MM. **C. Levaditi**, **P. Ravaut** et **R. Schoen** : *Réceptivité de la Souris à l'égard du virus de la maladie de Nicolas et Favre.* Le virus de la Maladie de Nicolas et Favre, après avoir subi de nombreux passages sur le Singe, conserve sa virulence pour la Souris. Chez celle-ci l'inoculation intra cérébrale détermine des lésions névraxiques ressemblant à celle que l'on constate chez les Simiens. L'encéphale de la Souris continue à être virulent pour le Singe pendant au moins 91 jours. Il est possible de transmettre la maladie de Souris à Souris, par inoculation de cerveau à cerveau. — M. **Léon Velluz** : *Nouvelles recherches sur les agents cryptotoxiques.* Les agents cryptotoxiques ont tous la curieuse propriété biologique de neutraliser l'élément toxique avec lequel ils entrent en contact, tout en lui conservant un pouvoir immunigène. L'auteur a cherché si ces corps ne possédaient pas, en commun, un facteur physicochimique. L'étude des acides organiques (employés comme agents cryptotoxiques sous forme de sels sodiques) a montré que les propriétés cryptotoxiques de ces corps varient en raison inverse de leur solubilité dans l'eau. Cette relation est particulièrement nette pour les mono-acides simples de la série aromatique. — MM. **Guy Laroche** et **Jean Desbordes** : *Sur l'oxydation expérimentale de l'indol dans l'organisme.* Le parenchyme hépatique est capable de fixer des quantités considérables d'indol injecté par veine porte, et ceci en un temps très court. Il transforme cet indol en indoxyle qu'on retrouve dans la veine sus-hépatique. Le sang est également capable d'effectuer cette oxydation que le rein est à peu près incapable de réaliser. — M. **Etienne Chabrol**, **R. Charonnat**, **M. Maximin** et **A. Busson** : *L'action cholérétique des Labiées.* L'action des Labiées est aussi brillante que celle des Composées quand se borne à envisager la variation de débit de la sécrétion biliaire pendant la première demi-heure ; à la vérité elle est éphémère, car la courbe retombe ensuite en moins d'une heure à ses chiffres témoins. Des recherches en cours laissent entrevoir que le principe actif du Romarin, comme celui de l'Artichaut, est apparenté aux acides-phénols. — M. **Galca** et **E. Falchetti** : *Le phénomène de l'anachorèse et les anticorps.* Le phénomène de l'anachorèse apparaît sans aucune influence sur la production des anticorps agglutinants ou hémolytiques. Les anticorps agglutinants ou hémolytiques, activement produits par l'organisme en pleine anachorèse, ne sont jamais décelables dans les nodules inflammatoires produits soit avec un Bacille tuberculeux avirulent, soit avec la farine d'infusoires. On ne peut donc rattacher à la sécrétion d'agglutinines ni d'hémolysines, le mécanisme de la résistance paraspécifique des animaux porteurs d'un nodule vaccinale provoqué soit avec le B.C.G, soit avec le Bacille Cheval Valée ou avec la farine d'infusoires. — M. **François Vahl** : *Action de la caféine sur le temps de sommation du réflexe médullaire.* — Mme **N. Dobrovolskaïa-Zavadskaïa** : *Distribution de cas de lymphadénome dans une lignée de Souris.* L'auteur décrit une lignée de Souris qui présente une distribution spéciale de cas de lymphadénome (hypertrophie plus ou moins généralisée du tissu lymphoïde). La proportion des cas de lymphadénome dans cette lignée est plus grande dans la progéniture d'une mère lymphadénomateuse (28,5 p. 100) que dans la progéniture d'autres femelles (19 p. 100).

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 11-32.